ISSN 0181-1568

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 9 Fascicule 2 1988

LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE BUFFON, 75005 PARIS



PUBLICATION TRIMESTRIELLE

Mai 1988

MANUSCRITS

Les recommandations aux auteurs sont publiées dans le premier fascicule de chaque tome. Les auteurs sont priés d'adresser leurs manuscrits (en trois exemplaires) au Directeur-Rédacteur de *Cryptogamie, Algologie*, Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, 75005 Paris.

Les tirages à part et les illustrations sont à la charge des auteurs.

ABONNEMENTS A CRYPTOGAMIE
Tome 9, 1988

CRYPTOGAMIE comprend trois sections : ALGOLOGIE, BRYOLOGIE-LICHÉNOLOGIE, MYCOLOGIE.

Abonnement à 1 section :

France	(HT 305 F)	317,20 F
Étranger	HT	335,00 F

Abonnement aux 3 sections :

France	(HT 870 F)	904,80 F
Étranger	HT	950,00 F

Prière de bien vouloir envoyer le montant par chèque bancaire ou par chèque postal libellé à l'ordre de : CRYPTOGAMIE, Algologie, et adressé à :

CRYPTOGAMIE, Algologie
Laboratoire de Cryptogamie
12, rue Buffon, 75005 Paris
C.C.P. : Paris 14 522 31 T

Cryptogamie, Algologie est indexé par *Aquatic Sciences Fisheries Abstracts Part 1, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Current Contents, Marine Science Contents Tables (F.A.O.)*, Publications bibliographiques du CDST (Pascal).

CRYPTOGAMIE
ALGOLOGIE

TOME 9 Fascicule 2 1988

Anciennement REVUE ALGOLOGIQUE
Fondée en 1922 par P. ALLORGE et G. HAMEL
Directeur-Rédacteur : P. BOURRELLY
Éditeur : A.D.A.C.

SOMMAIRE

S. SHANAB et M.H. ABDEL-RAHMAN – Action de la photopériode sur la croissance de la Phéophycée *Bachelotia antillarum* 87

R. LE COHU. – *Fragilaria alpestris, Opephora naveana* nov. sp. et le complexe *Synedra ulna* (Bacillariophycées, Araphidinées) : morphologie et ultrastructure 101

A. ZINGONE and M. MONTRESOR – *Protoperidinium parthenopes* sp. nov. (Dinophyceae), an intriguing Dinoflagellate from the Gulf of Naples 117

M.R. AHMAD – Physiological studies on *Botryococcus*. 1. Effect of growth promoting substances on the growth of green alga *Botryococcus braunii* 127

M. DUCHER, P. DIDIER et M. ZEGHAL – Morphologie et cytologie comparées de *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta) cultivé sous différentes lumières oligochromatiques 133

LARPENT-GOURGAUD et M.P. AUMAITRE – Action comparée de diverses radiations monochromatiques sur la régénération et le développement des protoplastes de *Caespitella pascheri* et *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta) 143

A. COUTÉ et Aïcha DEHBI-ZEBBOUDJ – *Cosmarium botrytis* (Menegh.) Ralfs var. *dayense* var. nov. (Chlorophyta, Zygophyceae, Desmidiales, Desmidiaceae) 149

M. SANCHOLLE – Présence de *Fucus spiralis* (Phaeophyceae) en Méditerranée occidentale 157

Ouvrages reçus pour analyse 163

Ouvrage publié avec le concours du Muséum National d'Histoire Naturelle



CRYPTOGAMIE, ALGOLOGIE

Tome 9 Fascicule 2 1988

CONTENTS

S. SHANAB et M.H. ABDEL-RAHMAN – Action of the photoperiod on the growth of *Bachelotia antillarum* (Phaeophyta, Ectocarpales) 87

R. LE COHU – *Fragilaria alpestris, Opephora naveana* nov. sp. and the *Synedra ulna* complex (Bacillariophyceae, Araphidineae) : morphology and ultrastructure 101

A. ZINGONE and M. MONTRESOR – *Protoperidinium parthenopes* sp. nov. (Dinophyceae), an intriguing Dinoflagellate from the Gulf of Naples 117

M.R. AHMAD – Physiological studies on *Botryococcus*. 1. Effect of growth promoting substances on the growth of green alga *Botryococcus braunii* 127

M. DUCHER, P. DIDIER et M. ZEGHAL – Morphology and cytology compared of *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta) cultivated under oligochromatic lights 133

LARPENT-GOURGAUD et M.P. AUMAITRE – Action of various monochromatic radiations on regeneration and development of protoplasts in *Caespitella pascheri* and *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta) 143

A. COUTÉ et Aïcha DEHBI-ZEBBOUDJ – *Cosmarium botrytis* (Menegh.) Ralfs var. *dayense* var. nov. (Chlorophyta, Zygophyceae, Desmidiales, Desmidiaceae) 149

M. SANCHOLLE – Presence of *Fucus spiralis* Linné on the Mediterranean coast 157

Books review 163

Cryptogamie, Algologie 1988, 9 (2) : 87-100

ACTION DE LA PHOTOPÉRIODE SUR LA CROISSANCE DE LA PHÉOPHYCÉE *BACHELOTIA ANTILLARUM*

Sanaa SHANAB* et Mahmoud Hafez ABDEL RAHMAN**

RÉSUMÉ. – Les différents types de filaments constituant le thalle de la Phéophycée *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff ne réagissent pas de façon identique à l'intensité lumineuse ni à la durée d'éclairement. Les filaments rampants principaux sont insensibles à la photopériode et atteignent leur croissance maximale dès un seuil d'intensité lumineuse indépendant de celle-ci. Au contraire, la croissance des filaments rampants secondaires et des filaments dressés exige une héméropériode longue quel que soit le niveau énergétique; elle présente en outre des caractéristiques qui satisfont aux exigences d'une réponse photopériodique véritable. Ce phénomène est mis en évidence pour la première fois chez une algue de type nématothallien.

SUMMARY. – The different types of filaments of the thallus of *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff do not respond identically neither to the irradiance nor to the photoperiod. The chief prostrate filaments are insensitive to the photoperiod; their maximum growth is reached at a threshold of irradiance and these whatever the photoperiod. On the contrary, the growth of the secondary prostrate filaments and that of the erect filaments requires, whatever the irradiance, long photoperiods and satisfies the criteria proving a genuine long day photoperiodic response. This phenomenon is evidenced for the first time in an alga of a nematothallian type.

MOTS-CLÉS : morphogenèse, croissance, réponse photopériodique, Phéophycées, *Bachelotia antillarum*.

INTRODUCTION

L'étude de la morphogenèse des Algues a connu au cours de ces dernières années un succès croissant (Buggeln, 1981; L'Hardy-Halos *et al.*, 1984). Il faut remarquer toutefois qu'on s'est le plus souvent attaché à des espèces à morphologie et structure hautement élaborées, leurs thalles étant constitués de cladomes distincts (Chadefaud, 1952 et 1960) comme les Rhodophycées-Céramiacées (L'Hardy-Halos, 1970-71), les Chlorophycées du genre *Chara* (Ducreux, 1970) ou les Phéophycées du genre *Sphacelaria* (Ducreux, 1977), ou bien étant encore

* Département de Botanique, Faculté des Sciences, Université du Caire, Égypte.

** Laboratoire de Biologie végétale marine, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 7 quai Saint-Bernard, 75230 Paris Cedex 05 (adresse pour la correspondance).

plus complexes et d'une interprétation plus difficile, tels que ceux de la Phéophycée *Dictyota dichotoma* (Gaillard & L'Hardy-Halos, 1980) ou de la Rhodophycée *Petroglossum nicaeense* (Perrone & Felicini, 1972). C'est également sur des espèces à thalle très différencié qu'ont été le plus souvent poursuivies les recherches au plan cellulaire (Waaland & Cleland, 1972; Quatrano, 1978).

Les études portant sur des formes filamenteuses d'organisation fruste, de type nématothallien (Chadefaud, 1969) c'est-à-dire constituées de filaments unisériés ramifiés sans hiérarchie et sans cellules apicales différenciées, sont au contraire restées relativement rares. On peut citer des Chlorophycées : le genre *Cladophora* (Czaja, 1930) ainsi que plusieurs Chaetophorales (*Draparnaldia, Caespitella, Stigeoclonium*) étudiées par l'école de Clermont (Larpent-Gourgaud *et al.*, 1971; Larpent, 1973); des Rhodophycées : *Acrochaetium* sp. (Ducher & Larpent, 1976) et *Rhodochorton purpureum* (Pearlmutter & Vadas, 1978); enfin, des Xanthophycées du genre *Vaucheria* (Kataoka, 1975; Aberg, 1978). Il faut ajouter que les résultats obtenus jusqu'ici sur ces formes à structure élémentaire concernent surtout des problèmes posés par la ramification.

Sur la croissance et sur son comportement sous l'action des facteurs externes, on sait encore peu de chose. Elle est soumise à l'intensité lumineuse car un éclairement intense et un éclairement très faible provoquent une inhibition, aussi bien chez *Draparnaldia mutabilis* (Larpent, 1973) que chez *Acrochaetium* sp. (Larpent & Ducher, 1975). Elle est également sensible à la durée de la période d'éclairement, ceci chez les Chlorophycées *Draparnaldia mutabilis, Stigeoclonium farctum* et *Caespitella pascheri* et chez la Rhodophycée *Acrochaetium* sp. (Larpent & Jacques, 1973; Ducher *et al.*, 1975). Ces travaux n'ont toutefois pas conclu à l'existence d'un phénomène de nature photopériodique et, jusqu'à présent, aucune démonstration n'a été fournie de l'existence d'une réponse de nature photopériodique vraie au cours de la croissance d'une algue de type nématothallien.

Chez les trois Chlorophycées citées ci-dessus, on a en outre pu montrer qu'il existe une croissance différentielle, la vitesse de croissance des filaments secondaires étant plus faible que celle des filaments principaux sans toutefois que le phénomène soit de nature corrélative (Larpent, 1968; Kerimian & Larpent, 1972). Chez *Acrochaetium* sp. au contraire, la vitesse de croissance est la même pour tous les rameaux (Ducher & Larpent, 1976).

Enfin, la croissance est sensible à la qualité de la lumière et stimulée en particulier par les radiations de faible longueur d'onde. Ce point, qui a été abordé à l'occasion d'une autre publication (Shanab, Jacques & Magne, 1988), ne sera pas envisagé ici.

Bachelotia antillarum (Grunow) Gerloff, par sa facilité de culture et par sa morphologie à la fois précise et simple, s'est révélé particulièrement favorable pour aborder l'étude de certains aspects de la croissance chez un végétal de type nématothallien. Des investigations préliminaires ayant montré en outre que la lumière est l'un des facteurs externes les plus influents sur la croissance et qu'il intervient au moins à titre quantitatif, il convenait avant tout de déterminer la photopériode la plus favorable.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 - Matériel vivant

Nous avons disposé d'une souche préparée par F. Magne à partir de matériel récolté dans la région de Roscoff. Elle est conservée au laboratoire de Biologie Végétale Marine sous le n° 77. Le bouturage de fragments permet d'obtenir des thalles formés de filaments rampants et de filaments dressés (cf. Résultats). Ce matériel-stock est entretenu en culture dans le milieu ES de Provasoli (1968), à une température de 20°C sous une lumière d'intensité 32 μE m^{-2} s^{-1} fournie par une lampe à décharge (Osram type HQI) à vapeur de mercure enrichie d'halogénures métalliques.

Le matériel soumis aux expériences a été constitué par des boutures formées chacune par l'extrémité apicale d'un filament rampant comprenant de 5 à 7 cellules; elles sont déposées sur des lamelles couvre-objet. Chaque sujet expérimental comprend au moins 30 de ces boutures.

2 - Conditions expérimentales

Toutes les expériences ont eu lieu à la température de 20°C et dans le milieu ES de Provasoli.

L'éclairement appliqué a été fourni par des tubes fluorescents de type «blanc brillant»; il a été dispensé selon les cas au cours de photopériodes de 4, 8 ou 16 h par jour ou en lumière continue et à des intensités de 1, 3, 7, 30, 44, 64 ou 84 μE.m^{-2}, s^{-1} ; pour certaines expériences, il a été donné sous la forme d'un éclairement à quantité d'énergie constante de 1,15 x 10^5 μE m^{-2} s^{-1}, mais sous des photopériodes différentes; enfin, dans d'autres cas encore, il a été appliqué comme éclairement trophique de base (32 μE m^{-2} s^{-1}. durant 8 h par jour) complété par une lumière d'appoint de faible énergie. Les précisions nécessaires seront ultérieurement données avant chaque expérience.

Les expériences ont duré soit 6, soit 7 jours.

3 - Appréciation des résultats

Les sujets en expérience ont été observés au fort grossissement de la loupe binoculaire puis dessinés à la chambre claire à échelle constante, d'une part avant l'expérience, d'autre part juste après la fin de celle-ci. Les dessins obtenus ont fourni les données exploitées.

La croissance des filaments des différents types est essentiellement linéaire; elle sera exprimée ici quantitativement à l'aide des paramètres proposés par Larpent-Gourgaud (1969) pour l'étude du protonema des Mousses et employés depuis dans d'autres travaux (Ducher, 1975; Cosson, 1977). Il s'agit de : a) la vitesse moyenne d'allongement (VMA) d'un filament donné (ou d'un ensemble de filaments), c'est à dire son allongement (en μm) par 24 h; b) la fréquence moyenne des mitoses (FMM) – terme qui a été préféré à celui de rythme moyen des mitoses utilisé par Larpent-Gourgaud pour désigner la même variable – qui, pour un filament donné ou un ensemble de filaments, correspond au nombre de cellules néoformées par 24 h (chaque cellule nouvelle étant issue d'une mi-

tose). Les valeurs de ces paramètres ont été à chaque fois établies à partir d'un minimum de 30 filaments d'un même type obtenus dans le même ensemble de conditions; elles ont toujours été assorties d'un intervalle de confiance calculé au risque de 5 %.

RÉSULTATS

1 - Développement des boutures

Durant le temps de chaque expérience, chaque bouture s'est allongée et s'est développée en un thalle de structure semblable à ceux de la nature, tels qu'ils ont été décrits déjà par Sauvageau (1896), Blomquist (1958) et Magne (1976).

Ce thalle (Figure 1), entièrement constitué de filaments unisériés de 30 à 40 µm de diamètre, est un nématothalle (Chadefaud, 1969). Il est hétérotriche (Fritsch, 1939), c'est à dire qu'il comporte des filaments rampants sur lesquels se forment des filaments dressés (FD).

Les filaments rampants sont étroitement appliqués sur le substrat et comparables à des stolons. On peut y distinguer des filaments rampants principaux (FRP) qui donnent naissance à des filaments rampants secondaires (FRS) d'aspect semblable et insérés obliquement sur les premiers. Les FRP et FRS produisent les uns et les autres des filaments dressés (FD) perpendiculaires au substrat. Ils peuvent aussi former des filaments courts irrégulièrement contournés assimilable à des crampons (Sauvageau, 1896) qu'on ne rencontre qu'exceptionnellement en culture et seulement chez de vieux individus. Chacun de ces filaments rampants présente une croissance terminale assurée uniquement par l'activité de sa cellule apicale. Il n'existe pas de rhizoïdes.

Les FD peuvent atteindre dans la nature de 2 à 4 cm de longueur et en principe ne se ramifient pas. Ils naissent chacun d'une cellule de filament rampant qui peut être considérée comme leur cellule-mère (CM). Tant qu'ils sont jeunes (jusqu'à 15 cellules environ), ils s'accroissent eux aussi par l'activité de leur cellule apicale; mais ensuite une zone méristématique intercalaire se met en place par des cloisonnements répétés. Il résulte de cette activité une longue file de cellules dont les plus distales sont les plus âgées et finissent par dégénérer, tandis que la zone méristématique se maintient à une distance constante de la base, qui est la même pour tous les FD d'un même thalle. Un FD adulte est donc constitué de trois segments bien distincts soit, de la base au sommet : une zone basale (ZB), une zone méristématique (ZM) formée d'une série plus ou moins importante de cellules très courtes à contenu dense, et une zone adulte (ZA) aux cellules allongées (Figure 1 A).

Une particularité remarquable de *B. antillarum* consiste dans son appareil plastidial formé de plusieurs plastes en bandelette comportant chacun un pyrénoïde à une extrémité et réunis dans la cellule en un ou deux groupements étoilés, les pyrénoïdes étant placés au centre (Fig. 1, B-C).

Au cours du développement, trois détails importants ont été notés. Tout d'abord, les segments détachés et utilisés comme boutures adhèrent rapidement

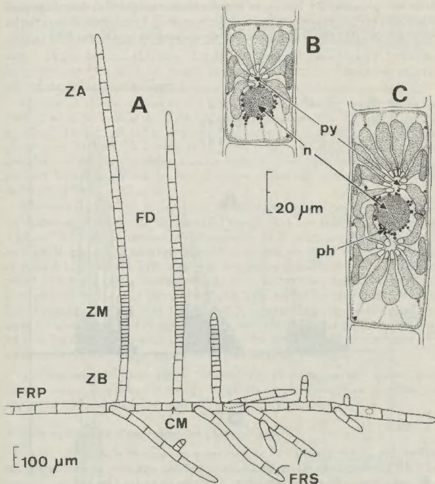


Figure 1 — *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff. — A : thalle constitué de filaments rampants (filament rampant principal FRP et filaments rampants secondaires FRS) et de filaments dressés FD produits par leur cellule-mère CM et présentant à l'état adulte trois zones distinctes : zone basale ZB, zone méristématique ZM et zone adulte ZA. — B et C : deux cellules de la zone adulte renfermant un ou deux groupements plastidiaux. (n : noyau; py : pyrénoïde; ph : physodes).

au substrat et s'y fixent en quelques heures, ce qui permet de les identifier à tout moment par la suite. Ensuite, les cellules de la bouture ne sont jamais le siège d'une formation de FRS ni de FD. Enfin, ainsi que le montre la pratique, le premier FRS et le premier FD formés sur le nouveau thalle apparaissent au

cours des premières 24 heures; ce sont les seules ramifications dont l'âge peut être connu avec certitude sans interrompre le cours de l'expérience et de ce fait les seules qui ont été retenues pour le calcul des paramètres relatifs aux FRS et FD.

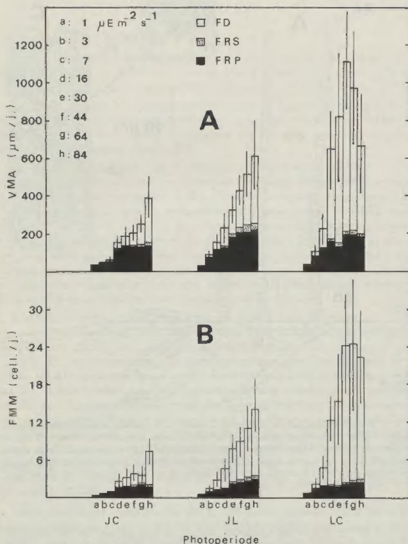


Figure 2 – Action de lumières d'intensité et de durée variées sur la croissance des divers types de filaments. – A : Action sur la vitesse moyenne d'allongement VMA. – B : Action sur la fréquence moyenne des mitoses FMM.

2 - Détermination de la photopériode optimale

Des lots homogènes de 30 thalles ont été soumis durant six jours à des éclairements d'intensité variant de 1 à 84 μE m^{-2} s^{-1}, selon une photopériode de jour long (16h par 24h, ou JL), une autre de jour court (8h par 24h, ou JC) et enfin en lumière continue (LC). Les valeurs des paramètres, traduites en histogrammes, ont été rassemblées sur la figure 2.

L'étude de celle-ci montre tout d'abord que l'initiation des ramifications du FRP (c'est à dire celle des FRS et des FD) nécessite une certaine quantité d'énergie, qui est très faible pour les FD (entre 1 et 3 μE m^{-2} s^{-1}) mais plus élevée pour les FRS (de l'ordre de 16 μE m^{-2}s $^{-1}$. et même supérieure en JC); toutefois, on peut se demander si ces derniers ne peuvent pas être induits — donc présents bien que n'étant le siège d'aucune croissance — au-dessous du seuil de 16 μE.m^{-2}.s^{-1}.

Elle montre aussi que la croissance des filaments, quelle que soit leur nature, est également tributaire de la quantité d'énergie. Les très faibles intensités (1 et 3 μE m^{-2} s^{-1}) ne permettent ni l'allongement ni la multiplication cellulaire, et ceci quelle que soit la photopériode. Mais, au delà de 16 μE m^{-2} s^{-1} , la VMA et surtout la FMM des FRP ainsi que des FRS s'établissent rapidement à un palier; le fait que celui-ci semble, en LC, situé à un niveau légèrement inférieur à ce qu'il est en JL, peut être l'indice d'un effet inhibiteur des lumières de très forte intensité. La VMA et la FMM des FD, au contraire, augmentent parallèlement à l'accroissement d'énergie; il y a là, entre les filaments rampants (FRP et FRS) et les filaments dressés, une différence importante de fonctionnement qui confirme la différence déjà apparente au plan de la morphologie.

Les résultats indiquent que la croissance est, dans une certaine mesure, proportionnelle à la quantité d'énergie reçue. Ils ne permettent pas, toutefois, de mettre en évidence une action spécifique de la photopériode.

3 - Mise en évidence d'une sensibilité photopériodique

Selon l'opinion le plus couramment admise (Vince-Prue, 1975, pp. 70-93), un phénomène ne peut être considéré comme de nature photopériodique s'il ne satisfait pas aux trois exigences suivantes : présenter une héméropériode critique, nécessiter une phase d'induction, être stimulé, en cas d'une réponse de jour long, par une prolongation de l'héméropériode trophique par un éclairement d'appoint d'énergie négligeable.

3a - Recherche d'une héméropériode critique

Pour cela, on a comparé la croissance de thalles soumis à des photopériodes différentes mais sous une quantité d'énergie demeurant constante.

Des lots homogènes de 30 thalles ont été placés, durant 7 jours, sous des éclairements d'énergie constante de 1,15 x 10^{5} μE m^{-2} s^{-1} (la plus puissante permise par l'appareillage disponible) répartie selon des héméropériodes de 4, 8, 16 ou 24 h par jour, ce qui représente des intensités d'énergie respectivement de 80, 40, 20 et 13,5 μE m^{-2} s^{-1}

Les résultats, regroupés sur la figure 3, montrent tout d'abord que la croissance des FRP est, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, très faible à l'obscurité totale : 17,7 ± 3,3 μm par jour; cette valeur correspond vraisemblablement à une croissance effectuée aux dépens des réserves du thalle et destinée à décroître

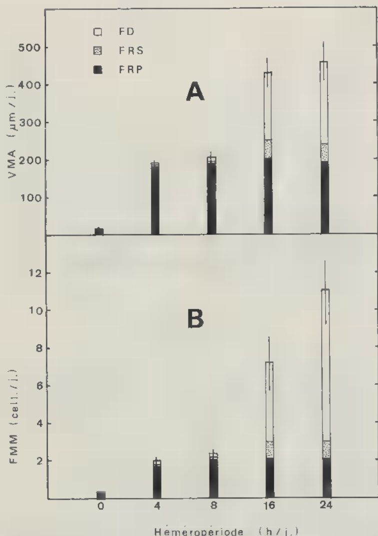


Figure 3 — Action de lumières d'héméropériodes variées mais d'énergie isoquantique sur la croissance des divers types de filaments. — A : Action sur la vitesse moyenne d'allongement VMA. — B : Action sur la fréquence moyenne des mitoses.

avec le temps puis à s'annuler. La VMA des FRP atteint d'emblée, ou presque, sa valeur maximum dès la photopériode 4h/jour et ne s'accroît que très faiblement pour des héméropériodes plus longues. En revanche, l'initiation ainsi que la VAM des FRS et des FD, presque inexistantes en héméropériode très courte, augmentent avec l'allongement de celle-ci, au moins jusqu'à la valeur 16h/jour. La quantité d'énergie fournie étant constante, on déduit que les FRP sont insensibles à la photopériode alors qu'au contraire ses ramifications y sont très sensibles.

Les valeurs de la FMM sont très sensiblement parallèles aux résultats concernant la VMA et leur analyse conduit à des conclusions équivalentes.

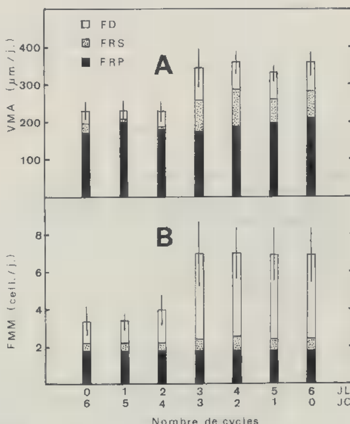


Figure 4 — Action du nombre de cycles de jours longs (JL) sur la croissance des divers types de filaments. — A : Action sur la vitesse moyenne d'allongement VMA. — B : Action sur la fréquence moyenne des mitoses FMM. (Les JL sont suivis de jours courts (JC) en nombre complémentaire pour des durées totales de 6 jours; la lumière est isoquantique).

L'ensemble de ces résultats montre bien que la stimulation des paramètres (concernant les FRS et les FD) est uniquement due à la photopériode de jours longs; ceci révèle l'existence d'une photopériode critique et, de ce fait, vérifie la première règle.

3b - Mise en évidence d'une phase d'induction

Des lots de 30 thalles ont été soumis à un éclairement constamment isoénergétique d'une valeur de 1,15 x 10^5 μE m^{-2} s^1 (soit 40 μE m^{-1} s^{-1} en JC et 20 μE m^{-2} s^{-1} en JL) durant 6 cycles nycthéméraux comportant chacun de 0 à 6 cycles de JL suivis de 6 à 0 cycles de JC.

Les résultats obtenus sont exprimés en histogrammes (figure 4). Ils montrent avec évidence que chez les FRP, la VMA et la FMM ne sont pratiquement pas stimulées par une augmentation du nombre de cycles de jour long et donc que la croissance de ces filaments est insensible à la photopériode. En ce qui concerne les FRS et les FD, en revanche, une nette stimulation de leur croissance est obtenue lorsqu'on passe de 2 à 3 cycles de jours longs, sans toutefois qu'elle continue à s'accroître pour un nombre de cycles plus important.

Ces trois cycles représentent la phase d'induction recherchée.

3c - Effet d'un éclairement d'appoint.

Des lots homogènes de 30 thalles ont été soumis, durant 7 jours, à un éclairement d'énergie 30 μE m^{-2} s^{-1} pendant 8 h par jour (lumière trophique) suivi par une lumière d'appoint de même type mais de faible intensité (2 μE m^{-2} s^{-1}) durant 3, 5 ou 8 h.

On peut constater (figure 5), aussi bien à propos de la VMA que de la FMM, que la comparaison entre le matériel ayant reçu un éclairement de faible énergie en sus de l'éclairement trophique de base, d'une part, et le matériel témoin n'ayant reçu que ce dernier, d'autre part, fait apparaître une stimulation comparable à celle que produit un appoint de lumière de même durée mais d'intensité beaucoup plus forte; la troisième régle se trouve donc vérifiée.

En conclusion, cette série d'expériences apporte la preuve que la croissance de *B. antillarum* est dépendante de la photopériode, au moins en ce qui concerne les FRS et les FD.

DISCUSSION

Le présent travail démontre, pour la première fois, qu'une sensibilité photopériodique véritable peut exister durant la croissance d'une algue de type nématothallien. On a vu plus haut que les travaux qui jusqu'à présent ont envisagé des situations comparables chez d'autres algues de même type, n'ont mis en évidence qu'une dépendance de la croissance vis-à-vis de la durée d'éclairement, sans conclure à l'existence — ou non — d'un phénomène de nature indubitablement photopériodique. Et d'autres travaux, qui ont porté sur des espèces de type cladomothallien mais dont la base est de nature nématothallienne, ne

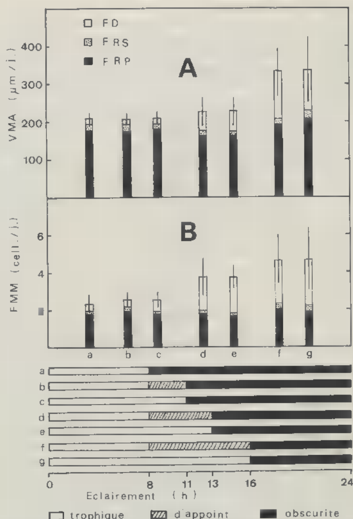


Figure 5 — Action d'éclairements d'appoint (2 μE m^{-2} s^{-1}) de durée variée sur la croissance des différents types de filaments. — A : Action sur la vitesse moyenne d'allongement VMA. — B : Action sur la fréquence moyenne des mitoses FMM. (Éclairement trophique : 30 μE m^{-2} s^{-1} durant 8h par jour).

sont pas suffisamment intéressés à cette dernière pour fournir des points de comparaison. Tel est le cas chez *Scytosiphon lomentaria* (Dring & Lüning, 1975) et *Dumontia contorta* (Rietema, 1982) où n'a été envisagée que l'initiation des ramifications. Chez *Calosiphonia vermicularis*, en revanche, les résul-

tats obtenus par Gayral & Mayoub (1981) permettent de penser que les FRS du disque de base doivent être plus sensibles à l'intensité lumineuse que les FRP (étant donné qu'en lumière très faible le disque ne se constitue que de façon très imparfaite), une condition rencontrée chez *B. antillarum*.

On ne peut généraliser le résultat obtenu ici à toutes les formes nématothalliennes déjà connues pour leur croissance en jours longs (de nombreuses espèces d'*Ectocarpus* (Phéophycées), d'*Ulothrix* (Chlorophycées), d'*Acrochaetium* (Rhodophycées), etc..) : beaucoup d'entre elles ne sont vraisemblablement sensibles qu'à la quantité d'énergie lumineuse.

Il est souhaitable que d'autres espèces soient soumises à une analyse de leur croissance et de leur morphogenèse. En attendant, l'exigence d'une photopériode de jours longs manifestée par les FRS et surtout les FD de *B. antillarum* fournit une explication d'un fait observé dans la nature dans la région de Roscoff (Finistère, France) par F. Magne (comm. pers.) : cette espèce, aisément repérable en été, disparaît de ses stations en hiver pour y reparaître l'été suivant; il est vraisemblable que les thalles subsistent en hiver, mais seulement sous la forme de leur système rampant réduit aux FRP qui peuvent être le siège d'une croissance même en JC sous une lumière d'intensité très faible.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très vivement M. le Professeur F. Magne pour l'aide patiente et aimable qu'il nous a prodiguée, tant au cours de la rédaction de cet article que de l'expérimentation effectuée sous sa direction.

BIBLIOGRAPHIE

BLOOMQUIST H.L., 1958 — The taxonomy and chromatophores of *Pylaiella antillarum* (Grunow) De Toni. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 74 (1) : 25-30.

BUGGELN R.G., 1981 — Morphogenesis and growth regulators. *In* C.S. LOBBAN & M.J. WYNNE (Eds.), *The biology of seaweeds*. London, Blackwell Sci. Publ., pp. 627-669.

CARDINAL A., 1964 — Étude sur les Ectocarpacées de la Manche. *Nova Hedwigia* 15 : 1-86.

CHADEFAUD M., 1952 — La leçon des algues. *Ann. Biol.* 28 : 9-25.

CHADEFAUD M., 1960 — *Les végétaux non vasculaires, Cryptogamie. In* M. CHADEFAUD & L. EMBERGER, *Traité de Botanique*. Paris, Masson.

CHADEFAUD M., 1969 — La morphologie des végétaux inférieurs : données fondamentales et problèmes. *Mém. Soc. Bot. France* 115 : 5-41.

COSSON J., 1977 — Action de la durée d'éclairement sur la morphogenèse des gamétophytes de *Laminaria digitata* (Phéophycée, Laminariale). *Bull. Soc. Phycol. France* 22 : 19-26.

CZAJA A.T., 1930 — Zellphysiologische Untersuchungen an *Cladophora glomerata*. Isolierung, Regeneration und Polarität. *Protoplasma* 11 : 601-627.

DUCHER M., 1975 — *Contribution à l'étude de la morphogenèse du thalle d'Acrochaetium sp.* Thèse de Doctorat 3e cycle, Clermont-Ferrand.

DUCHER M., LARPENT-GOURGAUD M. & LARPENT J.P., 1975 — La notion de photopériodisme chez trois Chlorophycées et une Rhodophycée. *Nova Hedwigia* 26 : 373-383.

DUCREUX G., 1979 — Quelques aspects cellulaires des problèmes de corrélations et de morphogenèse à partir de deux exemples : *Chara vulgaris* L. et *Sphacelaria* Ag. *Bull. Soc. Phycol. France* 24 : 7-19.

FRITSCH F.E., 1939 — The heterotrichous habit. *Bot. Not.* 1939 : 125-133.

GAYRAL P. & MAYOUB H., 1981 — Influence of some factors on the development of *Calosiphonia vermicularis. Proc. Int. Seaweed Symp.* 8 : 98-105.

KATAOKA H., 1975 — Phototropism in *Vaucheria geminata*. II : The mechanism of bending and branching. *Pl. Cell Physiol.* 16 : 439-448.

KERIMIAN T. & LARPENT J.P., 1972 — Problèmes posés par la croissance et le développement d'une Chaetophorale, *Draparnaldia mutabilis. Nova Hedwigia* 23 : 225-235.

LARPENT J.P., 1968 — Croissance et morphogenèse du thalle de *Draparnaldia mutabilis*. Étude préliminaire. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 266 sér. D : 1476-1478.

LARPENT J.P., 1973 — Action de la lumière sur les systèmes ramifiés. *Sciences* 4 : 154-168.

LARPENT J.P. et DUCHER M., 1975 — Lumière et développement chez une Rhodophycée. *Compt. Rend. Soc. Bot. France* 169 : 1501-1505.

LARPENT J.P. & JACQUES R., 1973 — Influence de la durée de l'éclairement sur la croissance du thalle de quelques algues (trois Chaetophorales et une Rhodophycée). *Plant Sci. Lett.* 1 : 339-347.

LARPENT-GOURGAUD M., 1969 - Déterminisme de la ramification et du bourgeonnement chez le protonéma des Bryales. *Ann. Sci. Nat. Bot. Biol. Vég.* 10 : 60-76.

LARPENT-GOURGAUD M., LARPENT J.P. & JACQUES R., 1971 — Action de la lumière sur la croissance des thalles du *Caespitella pascheri*, du *Draparnaldia mutabilis* et du *Stigeoclonium farctum. Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* D : 2888-2891.

L'HARDY-HALOS M.-T., 1970 — Recherches sur les Céramiacées (Rhodophycées, Céramiales) et leur morphogenèse. *Rev. Gén. Bot.* 77 : 211-287.

L'HARDY-HALOS M.-T., 1971 — Recherches sur les Céramiacées (Rhodophycées, Céramiales) et leur morphogenèse. *Rev. Gén. Bot.* 78 : 201-256 et 407-491.

L'HARDY-HALOS M.-T., LARPENT J.P., GAILLARD J. & PELLEGRINI M., 1984 — Morphogenèse expérimentale chez les algues. *Rev. Cytol. Biol. Vég. Bot.* 7 : 311-362.

MAGNE F., 1976 - Quelques caractères cytologiques particuliers du *Bachelotia antillarum* (Phéophycées, Ectocarpales). *Phycologia* 15 : 309-319.

MOHR H. & SHROPSHIRE W.J.R., 1983 - An introduction to photomorphogenesis for the general reader. *In Photomorphogenesis, Encyclopedia of Plant Physiology*, 16B, pp. 24-38.

PEARLMUTTER N.L. & VADAS R.L., 1978 — Regeneration of thallus fragments of *Rhodochorton purpureum* (Rhodophyceae, Nemalionales). *Phycologia* 17 : 186-190.

PERRONE C. & FELICINI G.P., 1972 — Sur les bourgeons adventifs de *Petroglossum nicaeense* en culture. *Phycologia* 11 : 87-95.

PROVASOLI L., 1968 — Media and prospects for the cultivation of marine algae. *In* WATANABE A. & HATTORI A. (Eds.), *Cultures and collection of algae.* Jap. Soc. Plant Physiol. Publ., pp. 63-75.

QUATRANO R.S., 1978 — Development of cell polarity. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 29 : 487-510.

RIETEMA H., 1982 — Effect of photoperiod and temperature on macrothallus initiation in *Dumontia contorta* (Rhodophyta). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 8 : 137-196.

SAUVAGEAU C., 1896 — Note sur l'*Ectocarpus (Pylaiella) fulvescens* Thuret. *J. Bot.* 10 : 165-173 et 181-187.

SHANAB S., JACQUES R. & MAGNE F., 1988 — Croissance et ramification du thalle de *Bachelotia antillarum* cultivé en éclairements monochromatiques. *Plant Physiol. Biochem.* 26 (3) (sous presse).

VINCE-PRUE D., 1975 — *Photoperiodism in plants.* Londres, McGraw Hill.

WAALAND S.D. & CLELAND R., 1972 — Development in red alga *Griffithsia pacifica* : control by internal and external factors. *Planta* 105 : 196-204.

FRAGILARIA ALPESTRIS, OPEPHORA NAVEANA NOV. SP. ET LE COMPLEXE *SYNEDRA ULNA* (BACILLARIOPHYCÉES, ARAPHIDINÉES) : MORPHOLOGIE ET ULTRASTRUCTURE

René LE COHU*

RÉSUMÉ. — Deux espèces de diatomées d'eau douce des îles Kerguelen, dont l'une semble nouvelle pour la science, ont été étudiées au microscope photonique et au microscope électronique. *Fragilaria alpestris* Krasske, rarement signalée, présente des analogies avec *Fragilaria pinnata* Ehr. ou *Fragilaria leptostauron* (Ehr.) Hust. en ce qui concerne la structure des stries. *Opephora naveana* nov. sp., qui forme des colonies rubanées, est comparée avec quelques espèces apparemment proches; les observations montrent des différences significatives du point de vue taxonomique. La nouvelle définition de *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. proposée par Williams (1986) est discutée et semble inadéquate; en particulier, le critère «stries unisériées» n'est pas constant. Il ne peut être utilisé comme caractère spécifique pour *Synedra ulna*. La structure des différents éléments de la ceinture est conforme dans l'ensemble à la description de Williams (1986). Quelques valves incomplètement formées sont décrites.

ABSTRACT. — Two freshwater species of diatoms from Kerguelen Islands have been investigated using light and electron microscopy. One of them is deemed to be described for the first time. The rarely recorded species *Fragilaria alpestris* Krasske presents similarities with *Fragilaria pinnata* Ehr. or *Fragilaria leptostauron* (Ehr.) Hust. on account of the structure of the striae. *Opephora naveana* nov. sp., with frustules forming band-like chains, is compared with some species apparently closely related. Observations demonstrate taxonomically significant differences. The new definition of *Synedra ulna* proposed by Williams (1986) is discussed and appears inadequate, in particular the character «uniseriate striae» is not constant and hence cannot be used as a suitable and specific criterion for *Synedra ulna*. The different elements of the girdle have been examined and are generally in conformity with the William's description (1986). A few valves, which are not completely developed, are described.

MOTS CLÉS : Bacillariophycées, *Fragilaria*, *Opephora*, *Synedra*, morphologie, ultrastructure, Kerguelen, France, Maroc.

* Laboratoire d'Hydrobiologie, UA CNRS 695, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex, France.

INTRODUCTION

Si, dans un passé récent, plusieurs travaux ont déjà été publiés sur les diatomées d'eau douce des îles Kerguelen (Germain & Le Cohu, 1981; Le Cohu, 1982, 1983; Le Cohu & Maillard, 1983; Lange-Bertalot & Le Cohu, 1985; Le Cohu & Maillard, 1986), il n'en reste pas moins vrai que le sujet est loin d'être épuisé et que des compléments sont nécessaires. Dans la présente note, deux espèces seront détaillées. L'une, *Fragilaria alpestris*, a été décrite par Krasske (1932); son ultrastructure, à notre connaissance, est encore inconnue. L'autre est une espèce nouvelle appartenant au genre *Opephora* et découverte dans le lac des Sternes; elle est également présente dans d'autres lacs, mais peut passer inaperçue si on n'y prête pas attention; en effet, au microscope photonique, elle peut être confondue avec certains specimens de *Fragilaria pinnata*, notamment les formes hétéropolaires.

Ces dernières années, le genre *Synedra* et son alter-ego le genre *Fragilaria* ont suscité l'intérêt des diatomistes, comme en témoignent plusieurs publications (Lange-Bertalot, 1980; Round, 1979, 1984; Poulin *et al.*, 1984, 1986; Williams & Round, 1986). Très récemment, Williams (1986) a essayé de «typifier» l'espèce *Synedra ulna*. Dans du matériel en provenance de Bretagne, cette espèce s'est révélée présenter des variations dans l'ultrastructure non conformes à la définition qu'en a donnée l'auteur précité.

MÉTHODES

Les frustules ont été nettoyés à l'acide ou à l'eau oxygénée 110 volumes. Par la suite, les échantillons furent traités de manière classique, c'est-à-dire soit montés dans une résine synthétique (Naphrax), soit métallisés à l'or-palladium, soit posés sur des grilles de collodion carboné suivant les nécessités de l'observation (microscope photonique, microscope électronique à balayage MEB, microscope électronique à transmission MET). La sonication a été également utilisée pour essayer de briser les frustules ou de séparer les différents éléments de la ceinture.

La terminologie suivie est généralement celle de Ross *et al.*, (1979); le terme sternum (Round, 1979), qui a tendance à se généraliser, remplace souvent celui d'aire axiale. Les autres changements sont indiqués dans le texte.

RÉSULTATS

1) *Fragilaria alpestris* Krasske (fig. 1 à 16)

Cette espèce a été découverte dans les Alpes et décrite par Krasske (1932). Elle est rarement signalée dans la littérature, pour Cleve-Euler (1953), elle se rencontre dans le périphyton des lacs et des fleuves; pour Hustedt (1959), elle

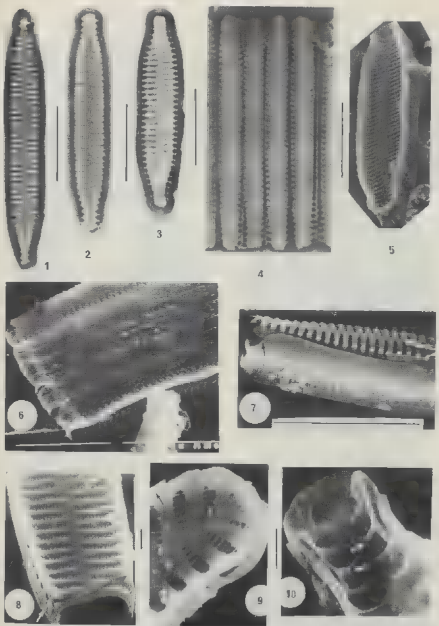
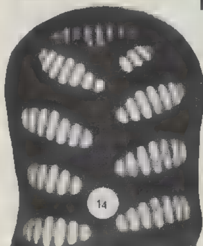


Planche I – *Fragilaria alpestris*. Fig. 1-10. Microscope photonique : Fig. 1-3 : vue valvaire. Fig. 4 : vue connective d'un fragment de colonie. M.E.B. Fig. 5 : vue interne d'une valve. Fig. 6 : vue connective montrant l'arrangement colonial. Fig. 7 : vue externe, la flèche indique l'infléchissement terminal d'une copula. Fig. 8 : Interconnection de deux frustules avec les épines spatulées (flèche). Fig. 9 : vue interne montrant le champ apical de pores et les restes de la valvocopula (flèche). Fig. 10 : vue interne montrant les indentations de la valvocopula (flèches). – Fig. 1-7 : échelle 10 μm; Fig. 8-10 : échelle 1 μm.





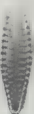

13




15




17


18


19




23


24


25

20 21 22

est commune et répandue sur les rochers suintants des Alpes centrales; Wuthrich (1975) la signale dans un bassin du parc national suisse (1812 m). *F. alpestris* a été retrouvée aux îles Kerguelen, particulièrement dans le lac Alicia où, en 1975, elle se développait en abondance au voisinage des rives; cette espèce a donc une large répartition géographique.

F. alpestris se présente classiquement sous forme de colonies rubanées (fig. 4 et 6). En vue valvaire, la concavité latérale des valves est souvent à peine marquée (fig. 2 et 3). Les stries alternes sont parallèles au centre et légèrement radiantes aux extrémités; celles-ci sont le plus souvent subcapitées et non cunéiformes comme l'ont figuré Cleve-Euler (1953, fig. 354B) ou Hustedt (1959, fig. 673B). Les dimensions sont légèrement différentes de celles données par les deux auteurs précités : L., 22-35 μm au lieu de 20-50 μm; l., 3,5-4,5 μm au lieu de 2-3 μm. Le nombre de stries varie très peu, 13-14 en 10 μm.

Au MEB (fig. 5, 7 et 8), on peut observer que sur le sternum s'insèrent, en alternance régulière, de grosses côtes ou virgae (Cox & Ross, 1981) fortement silicifiées, créant entre elles des dépressions où se logent les stries. Celles-ci (fig. 8, 9, 13 et 14) ont le même type d'organisation que celui observé chez *Fragilaria pinnata* Ehr. ou *Fragilaria leptostauron* (Ehr.) Hust. Les vimines (Cox & Ross, 1981) délimitent des aréoles allongées, souvent plus ou moins elliptiques, où aucune structure n'a pu être mise en évidence, même au MET (fig. 14). Sur les bords de la face valvaire, dans l'alignement des virgae, se situent les épines de jonction des frustules, spatulées à leurs extrémités (fig. 8) et analogues à celles décrites par Gasse (1970) pour *F. virescens* Ralfs. Selon nos observations, on note la présence d'un seul champ apical de pores par valve (fig. 9); au MET, celui-ci apparaît sous la forme d'une ombelle (fig. 14) où l'on peut distinguer des pores allongés de même forme que les aréoles. La présence de rimoportula n'a jamais pu être mise en évidence.

Le nombre d'éléments de la ceinture n'a pu être déterminé avec précision. La valvocopula complète est étroite et s'amincit vers les pôles (fig. 12); elle possède sur les bords adjacents à la valve, du côté interne, une série d'indentations incurvées (septum-like plates de Gotoh, 1984) qui s'insèrent sur les virgae (Fig. 10, 11, flèches, et fig. 12) et constituent un système d'ancrage analogue à celui observé chez *Synedra ulna* (Williams, 1986). Les autres éléments de la ceinture n'ont pu être étudiés avec précision; on peut noter que la copula s'infléchit brusquement vers le pôle (fig. 7, flèche).

Planche II — *Fragilaria alpestris*. Fig. 11-16. M.E.B. : Fig. 11 : vue interne montrant les indentations de la valvocopula (flèche). Fig. 12 : vue interne avec valvocopula décollée, noter aussi l'infléchissement terminal. M.E.T. : Fig. 13 : vue montrant la concavité latérale de la valve. Fig. 14 : vue montrant la structure des stries et la forme en ombelle du champ apical de pores. Fig. 15 et 16 : valve en voie de formation avec les 2 lames des virgae en train de se souder (flèches). Microscope photonique. *Opephora naveana* nov. sp. Fig. 17-22 : vue valvaire. *Fragilaria pinnata*. Fig. 23-25 : variations dans le lac des Sternes. — Fig. 11, 14 et 16 : échelle 1 μm; Fig. 15 : échelle 5 μm; Fig. 12, 13 et 17-25 : échelle 10 μm.

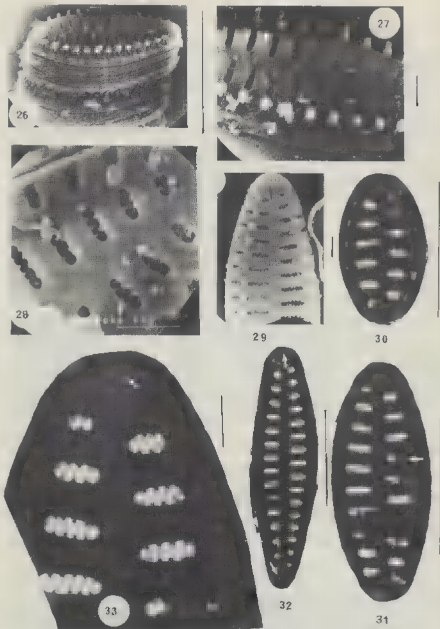


Planche III – *Opephora naveana* nov. sp. Fig. 26-33. M.E.B. : Fig. 26 : vue externe montrant l'organisation coloniale. Fig. 27: vue externe avec vimines entières (flèche). Fig. 28: vue externe montrant les aréoles profondes et les vimines avortées (flèche). Fig. 29: vue externe montrant le champ apical de pores constitué de fentes (flèche). M.E.T. : Fig. 30-33 (pour flèches, cf. texte). – Fig. 26 et 30 : échelle 10 μm; Fig. 31 et 32 : échelle 5 μm; Fig. 27, 28, 29 et 33 : échelle 1 μm.

Deux valves en voie de formation ont pu être examinées. Les virgae, au départ, semblent constituées de deux lames séparées (fig. 15 et 16, flèches) qui se soudent ensuite, processus analogue à celui observé chez *Synedra ulna* et qui sera décrit ultérieurement.

2) *Opephora naveana* nov. sp. (fig. 17-22, 26-33)

Dans quelques lacs des îles Kerguelen déjà prospectés (Le Cohu & Maillard, 1986), et principalement dans le lac des Sternes, a été découverte une espèce qui semble inconnue jusqu'ici. «A priori» on doit la ranger dans le genre *Opephora*; en effet, les valves sont la plupart du temps cunéiformes (fig. 17-21), avec toutefois quelques exceptions : l'hétéropolarité est alors à peine marquée (fig. 22, 30 et 31). Les figures 23 à 25 permettent de comparer cette nouvelle espèce avec *Fragilaria pinnata*.

Les frustules sont assemblés en colonies avec le même système d'accrochage que les *Fragilaria* (Gasse, 1970), comme le montrent les observations au MEB (fig. 26). Les épines de jonction (fig. 26 et 27) se situent dans le prolongement des stries; ces dernières reprennent sur le manteau et semblent constituées de 2 rangées d'aréoles profondes (fig. 28), 5 de chaque côté au maximum (fig. 31 et 33), souvent difficilement discernables, notamment au MEB. Extérieurement, les vimines (Cox & Ross, 1981) apparaissent souvent avortées (fig. 28), bien que ce ne soit pas toujours le cas (fig. 27, flèche). En fait, l'ensemble des aréoles doit être recouvert par une membrane fragile (fig. 31 et 33, flèches), résistant mal au traitement préparatoire. A chaque pôle, on note la présence d'un champ apical de pores (souvent peu ou pas visibles) constitué de fentes verticales (fig. 29, 32 et 33, flèches).

La ceinture est composée d'éléments fermés difficilement dissociables; leur nombre n'a pu être déterminé (4 ?). Aucune vue interne des valves n'a pu être observée.

Cette nouvelle espèce ressemble à une petite forme figurée sous le nom de *Sceptroneis marina* var. ?? *perminuta* Grun. par Van Heurck (1881, pl. 45, fig. 36) et reprise par Peragallo & Peragallo (1897-1908, p. 327, pl. 83, fig. 6) sous le nom de *Grunoviella perminuta* Grun.; cette forme a été classée parmi les *Opephora* douteuses par Hustedt (1959, p. 137) qui la considérait comme une anomalie hétéropolaire d'une espèce de *Fragilaria*. Outre leur écologie, et, tout au moins si l'on se réfère aux dessins des deux premiers auteurs précités, *Opephora naveana* et *Grunoviella perminuta* se distinguent par les caractères suivants : d'une part la forme de l'aire axiale, d'autre part la disposition des stries, alternes et non parallèles sur toute la longueur de la valve chez la première. *Opephora naveana* présente aussi de grandes analogies avec *O. olsenii* Møller (Poulin *et al.*, 1984), notamment par la forme des valves, l'arrangement en chaîne des frustules et la position des épines de jonction; elle en diffère par la forme de l'aire axiale, par le nombre de stries (13-14 au lieu de 11 en 10 µm) et leur structure, et enfin par la présence d'un champ apical de pores à chaque extrémité. Par ailleurs, la structure des stries est très voisine de celle de O.

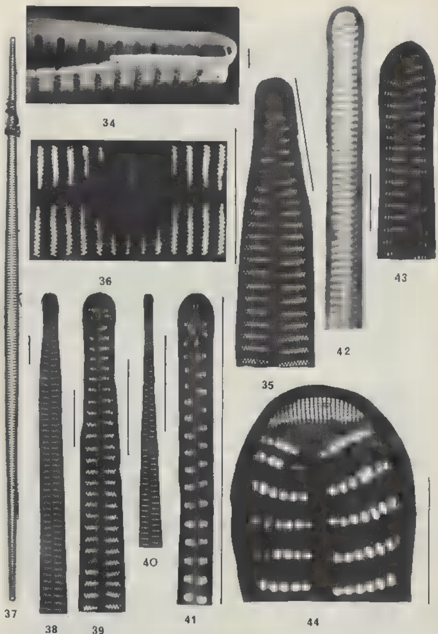


Planche IV — *Synedra ulna.* M.E.B. Fig. 34 : vue externe (Scorff). M.E.T. Fig. 35 : vue montrant le passage d'une rangée à deux rangées de pores par strie. Fig. 36 : exemple d'aire centrale. *Synedra ulna* var. *danica.* Microscope photonique, Fig. 37 : vue valvaire : M.E.T. Fig. 38 et 39 : vue montrant l'organisation des stries. *Synedra delicatissima* var. *angustissima.* Fig. 40 et 41. *Synedra ulna* var. *biceps.* Microscope photonique. Fig. 42 : vue d'une extrémité avec rimoportula. M.E.T. Fig. 43 : organisation des stries. Fig. 44 : extrémité avec rimoportula et champ apical de pores. — Fig. 34 : échelle 1 µm; Fig. 44 : échelle 5 µm; Fig. 35-43 : échelle 10 µm.

pacifica (Grun.) Petit (Sullivan, 1979) et de celle de *Synedra parasitica* (W. Sm.) Hust. (Granetti, 1984).

Diagnose

Holotype : Coll. R. Le Cohu - Kerguelen - Lac des Sternes n° 7.

Museum d'Histoire Naturelle Paris - Coll. R. Le Cohu - Kerguelen - Lac des Sternes n° 9.

Localité type : Iles Kerguelen (lac des Sternes)

Cette espèce est dédiée à une collègue chilienne.

Microscope photonique : Frustules disposés en chaîne; valves cunéiformes-claviformes, pôles arrondis; aire axiale étroitement lancéolée - Stries alternes, parallèles au centre, légèrement radiantes vers les extrémités - Longueur : 8 (exceptionnellement 5,8)-15 µm; largeur 3-4 µm; nombre de stries : 13-14 en 10 µm.

Microscope électronique : Stries à double rangée d'aréoles couvertes par une membrane externe, interrompues sur les bords de la face valvaire par les épines de jonction des frustules, puis reprenant sur le manteau. Absence de rimoportula - Champ apical de pores constitué de fentes verticales présent aux deux pôles.

MP : *Catenis congesta frustula; valvae cuneatae, clavae forma, cum rotundatis apicibus; anguste lanceolata axialis area - Striae alternae medianis partibus parallelae, ad polos leviter radiantes - Longitudo : 8, (rarissime 5,8)-15 µm; latitudo : 3-4 µm; striae, 13-14 in 10 µm numero.*

MET-MEB : *Striae areolarum duobus ordinibus constitutae, ab externa membrana tectae; in valvae frontis marginibus a frustula junctantes spinis intermissae deinde ad limbum repetitantes - Absentes rimoportulae - Pororum apicalis area, a rectis rimis duabus extremitatibus constituta.*

3) Le complexe *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr.

Synedra ulna (fig. 34-36)

Récemment, Williams (1986) a redéfini, entre autres, trois espèces : *S. ulna*, *S. nyansae* G.S. West (Syn. : *S. dorsiventralis* O. Müll.), et *S. lanceolata* Kütz. (Syn. : *S. juliana* de Not.). Pour la première de ces espèces, parmi les critères choisis, figurent notamment les stries unisériées. En Bretagne, dans deux rivières (le Scorff et le Blavet) nous avons rencontré des spécimens de *S. ulna* présentant des stries à double rangée de pores (fig. 34); ils étaient mêlés, au sein d'une même population, à d'autres individus, bien plus nombreux, à structure «classique». Il était fréquent d'observer, à partir des extrémités le passage de la simple à la double rangée de pores (fig. 35). Cette dernière disposition des stries n'est pas rare en France (Coste, comm. pers.); elle a été également mise en évidence en Italie (Granetti, 1984) et en Islande (Lange-Bertalot, comm. pers.).

Dans sa définition de *S. nyansae*, Williams (1986) met en exergue deux caractères, d'une part la double rangée de pores des stries, d'autre part l'aire centrale unilatérale. Dans les biotopes précédemment cités, cette disposition de l'aire centrale a été également observée chez quelques exemplaires de *S. ulna*; la figure 36 montre un exemple où la double rangée de pores des stries a tendance à se fondre en une seule, mais ce n'est pas toujours le cas; parfois un autre type d'aire centrale, qui n'est pas sans rappeler celui de *S. lanceolata* (fig. 42, Williams, 1986), a été également rencontré. Ainsi, *S. ulna* peut présenter une grande variété dans l'organisation de l'aire centrale, ce qui confirme les observations de Lange-Bertalot (1980); Williams (1986) le mentionne également, mais sans citer l'aire centrale unilatérale.

Il faut remarquer que, en Bretagne, les spécimens présentant les deux critères «*S. nyansae*» avaient toujours un nombre de stries entrant dans les normes définies par Williams lui-même ou les auteurs classiques pour *S. ulna* (les dimensions données par Williams ne peuvent être prises au pied de la lettre, notamment la longueur qui est largement supérieure à la valeur donnée par cet auteur chez de nombreux exemplaires de *S. ulna* à stries unisériées); de même, d'autres individus, toujours à stries bisériées, mais à aire centrale «normale», qui auraient pu être attribués à *S. lanceolata* sensu-Williams, s'en différenciaient également par les dimensions (notamment par la longueur).

D'autres caractères pris en compte par Williams (1986) ne sont pas toujours aisés à interpréter d'un point de vue spécifique; ainsi, d'une part, les excroissances siliceuses (blisters) sur les parois, particularité déjà mise en avant par Round (1984), sont-elles caractéristiques d'une espèce ou reflètent-elles seulement le milieu ? D'autre part, l'absence (*plain central area*) ou la présence de stries rémanentes au niveau de l'aire centrale (fig. 36) ne représentent-elles pas uniquement le degré de silicification au sein d'une même espèce ?

La répartition géographique, outre les normes habituelles (dimensions, nombre de stries) pourrait éventuellement être utilisée comme critère de distinction entre *S. ulna* et *S. nyansae* ou *S. lanceolata*, ces deux dernières étant plutôt localisées dans les régions tropicales ou l'hémisphère sud. Cependant, le type de *S. juliana* de Not. (Syn. : *S. lanceolata* sensu-Williams) a été décrit en Italie : de plus, en Nouvelle Calédonie, nous avons rencontré des spécimens à stries unisériées et bisériées pouvant être attribués à *S. ulna* (dimensions, nombre de stries). En Europe, cette espèce peut présenter une ultrastructure variable; stries unisériées et disposition de l'aire centrale «normale» ne peuvent être considérées comme des caractères constants chez *S. ulna*; ils ne peuvent donc être pris en compte comme critère spécifique.

Synedra ulna var. ***danica*** **(Kütz) V.H.** et
Synedra ulna var. ***biceps*** (Kütz) Schönf. (Syn. : ***S. ulna*** var. ***longissima*** (W. Sm.) Brun), (fig. 37-39, 42-44)

Un autre exemple d'ultrastructure variable est fourni par *S. ulna* var. *danica* (fig. 37). Toujours en Bretagne, dans les biotopes précédemment cités, mais

également dans l'étang de Jugon, cette variété montrait toujours une organisation des stries avec une double rangée de pores (fig. 38), avec souvent le passage à la simple rangée aux abords des extrémités (fig. 39) et de l'aire centrale, comme cela a été observé chez *S. ulna*. Nous avons trouvé également *S. ulna* var. *danica* avec des stries bisériées dans le lac de Salagou (Hérault). Pourtant, même dans l'ouest de la France, ce type de stries ne semble pas être le cas le plus général (Germain, comm. pers.); il en est de même en Italie (Granetti, 1984).

L'étude de l'ultrastructure de cette variété demande donc de nouvelles investigations. Il faut remarquer que *Synedra delicatissima* W. Sm. et sa var. *angustissima* Grun., qui pourraient être considérées comme la limite extrême de *S. ulna* var. *danica*, ne présentaient jamais la moindre variation dans la structure des stries et étaient telles que montrées sur les figures 40 et 41, ou illustrées par Granetti (1984).

A partir de prélèvements provenant de diverses régions de France et du Maroc (source, Chella), *S. ulna* var. *biceps* (fig. 42) a pu être examinée au microscope électronique. Cette variété présente toujours une remarquable régularité dans la structure des stries, toujours une seule ligne de pores (fig. 43 et 44).

Les différents éléments de la ceinture chez *Synedra ulna* et chez *S. ulna* var. *biceps* (fig. 45-55)

La ceinture a été étudiée à partir de deux récoltes contenant une nombreuse population, l'une en provenance du Maroc (source, Chella) avec *S. ulna* var. *biceps*, l'autre en provenance des Pyrénées (lac d'Avajan) avec *S. ulna*. Dans les deux cas, les stries étaient unisériées.

Nos observations confirment dans l'ensemble celles de Williams (1986). La ceinture est constituée de 4 bandes (fig. 45, *S. ulna* var. *biceps*). Les valvocopulae se distinguent des copulae par la présence d'indentations (fig. 46, 47, 49, 51, 54 et 55) qui vont s'imbriquer sur les interstries ou virgae (fig. 48). Ces indentations disparaissent aux abords des extrémités au moment où la valvocopula s'infléchit assez abruptement (fig. 49 et 51); les copulae ne semblent pas présenter cet infléchissement (fig. 50). Valvocopulae et copulae se caractérisent par une ligne de pores (fig. 51 flèche, 52 et 54) juste au-dessous du niveau du décrochement qui leur permet de s'emboîter les unes dans les autres (fig. 47, 49, 50, 51 et 53, flèches). Cette ligne de pores s'interrompt au voisinage des extrémités (fig. 49 et 50) à peu près à la hauteur de l'infléchissement pour la valvocopula: elle n'est pas non plus continue sur toute la longueur des bandes, notamment, semble-t-il, au niveau de l'aire centrale; cette discontinuité non observée par Williams (1986) est montrée ici sur une copula (fig. 52, *S. ulna* var. *biceps*) et sur une valvocopula (fig. 55, *S. ulna*).

Valves en voie de formation (fig. 56-58)

A partir de la récolte en provenance du Maroc (Chella), nous avons obtenu, après sonication, quelques valves de *S. ulna* var. *biceps* incomplètement formées.

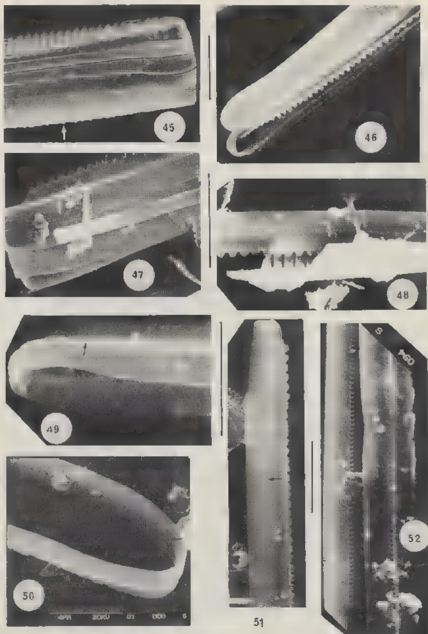
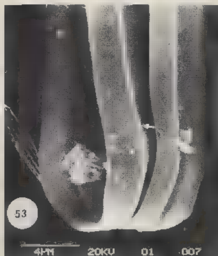
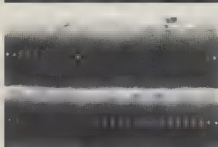


Planche V — *Synedra ulna* var. *biceps*. M.E.B. Fig. 45-52. Fig. 45 : vue semi-connective, noter les petites épines sur les bords de la face valvaire (flèche). Fig. 46 : vue externe d'une valve avec valvocopula décollée. Fig. 47 : Hypovalve et ceinture. Décrochement de la valvocopula et ligne de pores (flèche). Fig. 48 : vue interne montrant les indentations et la ligne de pores de la valvocopula. Fig. 49 : valvocopula avec son décrochement (flèche) et la vue interne de la terminaison de la ligne de pores. Fig. 50 : copula [illegible] terminaison de la ligne de pores (flèche). Fig. 51 : vue externe de la valvocopula, ligne de pores (flèche) et infléchissement terminal. Fig. 52 : copula avec discontinuité de la ligne de pores. — Fig. 50 : échelle 4 µm; toutes les autres figures : échelle 10 µm.



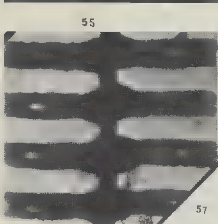






55

56



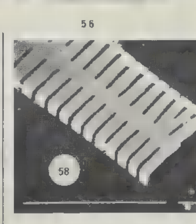


Planche VI — M.E.B. *Synedra ulna* var. *biceps*. Fig. 53 : emboîtement de la valvocopula et de la copula (flèche indiquant le décrochement). M.E.T. *Synedra ulna*. Fig. 54 : valvocopula et copula. Fig. 55 : valvocopula avec discontinuité de la ligne de pores. *Synedra ulna* var. *biceps*, M.E.T. Fig. 56 et 57 : 2 stades de la formation des virgae. M.E.B. Fig. 58 : valve en voie de formation. — Fig. 53 : échelle 4 μm; Fig. 54-57 : échelle ▮ μm; Fig. 58 : échelle 10 μm.

Il est connu que les côtes ou virgae (ou encore interstries) prennent naissance à partir de l'aire axiale ou sternum (Schmid, 1979; Mann, 1984); cependant, dans le cas présent, les virgae semblent au départ constituées de deux lames séparées, comme chez *Fragilaria alpestris*; la soudure se fait progressivement pour se terminer par la partie marginale (fig. 56 et 57). Le sternum, étroit au début, semble s'élargir à partir de la base des virgae (fig. 57). (Peut-on considérer les systèmes arachnéens indiqués par des flèches étêtées sur la figure 16 de *Fragilaria alpestris* comme des centres de silicification ?). Dans le cas de *S. ulna* var. *biceps*, les vimines ne se développeraient qu'à partir du moment où le squelette, sternum plus virgae, a quasiment atteint sa forme définitive (fig. 58). Naturellement, toutes ces observations demandent confirmation.

CONCLUSION

En France, *S. ulna* et, sans doute, la var. *danica* montrent une ultrastructure variable, notamment dans l'organisation des stries. Du point de vue spéciation, il serait nécessaire de vérifier si le caractère «stries bisériées» est accidentel au sein d'une même population ou si, au contraire, il se transmet lors de la formation des nouvelles valves. Étant donné qu'il est pratiquement impossible d'observer la structure des stries sur les deux valves d'un même frustule, la réponse peut être donnée, d'une part en isolant et en cultivant des individus avec l'un ou l'autre type de stries, d'autre part en étudiant le processus de formation des stries.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie vivement Madame Brabet pour sa collaboration technique lors de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

CLEVE-EULER A., 1953 — Die Diatomeen von Sweden und Finnland. *Kongl. Svenska Vetenskapad. Handl.* Bd 4, n° 1 : 1-158, 34 pl.

COX E.J. and ROSS R., 1981 — The striae of the pennate diatoms. *Proc. 6th Symp. recent and fossil Diatoms* 1980. Koegnistein, Koeltz : 267-278.

GASSE F., 1970 — Ultrastructure et organisation coloniale de la diatomée *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. révélée par le microscope électronique à balayage. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 271, série D : 1975-1978.

GERMAIN H. & LE COHU R., 1981 — Variability of some features in a few species of Gomphonema from France and the Kerguelen Islands (South Indian Ocean). *Proc. 6th Symp. recent and fossil Diatoms* 1980. Koegnistein, Koeltz : 167-178.

GOTOH T., 1984 — On the siliceous structure of the septum and related forms in diatoms. *Jap. J. Phycol.* (Sôrui) 32 : 109-112.

GRANETTI B., 1984 — Le diatomee del Lago Trasimeno : Sistematica ed ecologia. *Rivista Idrobiol.* 23, 1 : 3-112.

HUSTEDT F., 1959 — Die Kieselagen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. *In* RABENHORST L., *Kryptogamen-Flora.* Leipzig, Akad. Verlags, Bd 7, 2, 845 p.

KRASSKE G., 1932 — Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora der Alpen. *Hedwigia* 72 : 92-134.

LANGE-BERTALOT H., 1980 — Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria. Nova Hedwigia* 33 : 727-787.

LANGE-BERTALOT H. & LE COHU R., 1985 — Raphe like vestiges in the pennate diatom suborder Araphidineae ? *Ann. Limnol.* 21, 3 : 213-220.

LE COHU R., 1982 — Les espèces endémiques de diatomées d'eau douce aux îles Kerguelen. *C.N.F.R.A.* 51 : 35-42.

LE COHU R., 1983 — Observations sur deux espèces de diatomées du genre *Diatomella : Diatomella hustedtii* Manguin et *Diatomella ouenkoana* Maillard. *Cryptogamie, Algol.* 4 : 63-71.

LE COHU R. & MAILLARD R., 1983 — Les diatomées monoraphidées des îles Kerguelen. *Ann. Limnol.* 21, 3 : 143-167.

LE COHU R. & MAILLARD R., 1986 — Diatomées d'eau douce des îles Kerguelen (à l'exclusion des Monoraphidées). *Ann. Limnol.* 22, 2 : 99-118.

MANN D.G., 1984 — An ontogenic approach to diatom systematics. *Proc. 7th Diatom-Symposium* 1982. Koegnistein, Koeltz : 113-144.

PERAGALLO M.M.H. & PERAGALLO M., 1897-1908 — *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins.* Grez-sur-Loing : 493 p., atlas 137 pl.

POULIN M., BERARD-THERRIAULT L. & CARDINAL A., 1984 — Les diatomées benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 3 Fragilarioideae (Fragilariales, Fragilariaceae). *Naturaliste Canad. (Rev. Ecol. Syst.)* 111 : 349-367.

POULIN M., BERARD-THERRIAULT L. & CARDINAL A., 1986 — *Fragilaria* and *Synedra* (Bacillariophyceae) : A morphological and ultrastructural approach. *Diatom Research* 1, 1 : 99-112.

ROSS R., COX E.J., KARAYEVA N.I., MANN D.G., PADDOCK T.B.B., SIMONSEN R. & SIMS P.A., 1979 — An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Nova Hedwigia* Beih. 64 : 512-533.

ROUND F.E., 1979 — The classification of the genus *Synedra. Nova Hedwigia* Beih. 64 : 135-146.

ROUND F.E., 1984 — The circumscription of *Synedra* and *Fragilaria* and their subgroupings. *Proc. 7th Diatom-Symposium* 1982. Koegnistein, Koeltz : 241-253.

SCHMID A.M.M., 1979 — The development of structure in the shells of diatoms. *Nova Hedwigia* Beih. 64 : 219-236.

SULLIVAN M.J., 1979 — Taxonomic notes on epiphytic diatoms of Mississipi Sound, U.S.A. *Nova Hedwigia* Beih. *64 : 237-249.*

VAN HEURCK H., 1881 — *Synopsis des diatomées de Belgique.* Atlas. Anvers, Ducajou & Cie, 137 pl.

WILLIAMS D.M., 1986 — Comparative morphology of some species of *Synedra* Ehrenb. with a new definition of the genus. *Diatom Research* 1, 1 : 131-152.

WILLIAMS D.M. & ROUND F.E., 1986 — Revision of the genus *Synedra* Ehr. *Diatom Research* 1, 2 : 313-339.

WUTHRICH M., 1975 — Contribution à la connaissance de la flore algologique du parc national suisse : les diatomées. *Res. Rech. Sci. Parc Nat. Suisse* 14, 72 : 271-369.

Cryptogamie, Algologie 1988, 9 (2) : 117-125

PROTOPERIDINIUM PARTHENOPES SP. NOV. (DINOPHYCEAE), AN INTRIGUING DINOFLAGELLATE FROM THE GULF OF NAPLES

Adriana ZINGONE and Marina MONTRESOR*

ABSTRACT. — A new *Protoperidinium* species is described from coastal waters of the Gulf of Naples. *Protoperidinium parthenopes* shows a plate formula of Po, X, 4', 3a, 7'', 4C, 6S, 5''' and 2'''' which is typical for the genus. It is characterized by a peculiar cingular plate pattern, mainly due to the width of the plate 1C which cannot be considered as a transitional (T) plate. Plate 2C is also very wide, connecting to plate 3C in the dorsal part of the cell. The shape and position of the three intercalary plates is another distinctive feature for the species. The relationship with other congeneric species and the position within the genus are discussed.

RÉSUMÉ. — On décrit une nouvelle espèce de *Protoperidinium* récoltée dans les eaux côtières du Golfe de Naples. *Protoperidinium parthenopes* montre une formule épithécale de Po, X, 4', 3a, 7'', 4C, 6S, 5''', 2'''', typique du genre. L'espèce présente un modèle particulier des plaques cingulaires, caractérisé par l'ampleur de la plaque 1C, qui ne peut pas être considérée comme une plaque transitionelle (T). La plaque 2C aussi est très large et se joint avec la plaque 3C dans la partie dorsale du cingulum. Un autre caractère distinctif de l'espèce est la forme et la position des trois plaques intercalaires. On discute les relations avec les autres espèces du même genre et la position dans le genre.

KEY WORDS : Phytoplankton, Dinoflagellates, *Protoperidinium, Protoperidinium parthenopes* sp. nov.

INTRODUCTION

A new small dinoflagellate showing a plate formula corresponding to the genus *Protoperidinium* Bergh was found in surface waters of the inner Gulf of Naples.

The genus *Protoperidinium* includes marine peridiniales which are characterized by a typical plate formula of Po, X, 4', 2-3a, 7''(6''), 4C, 6-7S, 5''', 2''''. Most of the species had been formerly described as *Peridinium* Ehrenberg species and successively transferred to *Protoperidinium* on the basis of the number and pattern of cingular and sulcal plates (Balech, 1974). As pointed out by

* Stazione Zoologica di Napoli - Villa Comunale, 80121 - Napoli.

many authors (Abé, 1936; Balech, 1980) these plates, which are directly related with the flagella, show a restricted range of variability within the genus as compared to other thecal elements and constitute a reliable character to be used in taxonomy of peridiniales.

The genus groups about 250 species showing a great variation in size, body shape, appendages (horns, spines) and thecal plate ornamentation. As for plate number and pattern, the hypotheca is rather conservative within the genus (with the exception of *Protoperidinium unipes* (Balech) Balech which shows a single antapical plate). By contrast, the epitheca is much more variable, showing variations mainly in the number and shape of the intercalary plates and the shape and relations of the first apical plate.

In the past, many attempts have been made to arrange *Protoperidinium* species into groups of different taxonomical rank based on morphological (Gran, 1902; Paulsen, 1908; Broch, 1910) or structural characters (Jørgensen, 1912; Paulsen, 1931; Balech, 1974) of the theca. This has been complicated by the high variability even within the single species (Diwald, 1940; for a review, see also Netzel & Dürr, 1984). At present, a widely accepted subdivision is that proposed by Balech (1974), who distinguished three subgenera based on characteristics of the epithecal plate pattern, namely the number of intercalary and precingular plates. A different subdivision of the genus was proposed by Abé (1936, 1981), who stressed the taxonomical importance and the higher intraspecific stability of the ventral part of the cell, particularly the sulcal area.

MATERIAL AND METHODS

This study is based on surface samples collected with both a Niskin bottle and 40 μm mesh net two miles offshore from Naples city (40° 48.5'N, 14° 15.0'E). The samples were collected on July 1, 1986.

Samples were fixed in $CaCO_3$ neutralized formaldehyde to a final 1.5% concentration and observed in the light microscope. For plate pattern analysis, a few specimens were isolated on a slide, rinsed with distilled water and treated with concentrated sodium hypochlorite solution. The separation of the plates was obtained with gentle pressure.

For observation with SEM, formol fixed material was rinsed with tap and distilled water, dehydrated in ethanol series, critical point dried and coated with gold.

DIAGNOSIS

Phylum : Pyrrophyta Pascher
Ordo : Peridiniales Haeckel
Familia : Peridiniaceae Ehrenberg
Genus : *Protoperidinium* Bergh

Protoperidinium parthenopes Zingone et Montresor sp. nov.

Cellula globosa, ventraliter parum compressa, sine cornibus et spinis, cum epithecae culmine acuto; 30.0-38.8 µm longa, 26.0-35 µm lata. Theca subtilis cum poris et tuberibus dispersis etiam in cinguli sulcique laminis.

Formula laminarum : Po, X, 4', 3a, 7", 4C, 6S, 5"', 2"".

Lamella apicalis in epithecae medio est; lamina X ventraliter oblique ad dextram partem se extendit. Lamina 1' rhombi inaequalis forma. Laminae 2' et 4' quasi aequales et convenienter dispositae. Lamina 3' quadrilatera 2a et 3a finitima. Lamina 1a pentagoni forma, 2a, 2', 1", 2" et 3" finitima. Lamina 2a sexangula forma, 1a, 3a, 3", 4", 2' et 3' finitima. Lamina 3a sexangula forma, 2a, 4", 5", 6", 3' et 4' finitima est. Cingulum cavum est, cum limbis angustis, parum ascendens. Prima lamina cingularis tantum longa quantum prima lamina postcingularis est. Lamina 2C est maxime longa ex laminis cingularibus et se committit laminae 3C in parte dorsuali cellulae, iuxta suturam inter 3"' et 4"'. Sutura inter laminas 3C et 4C cum satura inter 4"' et 5"' coniuncta est. Sulcus satis amplus est, se extendit ad culmen ipothecae et e sex laminibus constat. Lamina S. a. posterius firmo angulo terminatur qui in laminae S.d. ala se abdit. Lamina S. d. longa et convexa est et alam habet iuxta suum leavum marginem. Lamina S.s. concava est. Inter S.s. et S.d. duae laminae minores (S.m. et S.p.a.) sunt. Lamina S.p., 1"' et 5"' finitima, amplior est, posterius acuta, cum cavo et firmo margine in parte finitima laminae S.s. In hypotheca lamina 5"' amplior et altior 1"' est.

Species planctonica marina.
Locus typicus : aquae maritimae litorales Neapolis sinus.
Holotypus : figurae inter verba 3-6.



Fig. 1 – *Protoperidinium parthenopes*, light micrograph. Formol fixed specimen.

OBSERVATIONS

The body is globular and ventrally flattened, without horns or spines and with a pointed apex and more rounded antapex (Figs. 1-6). The cell length and width range from 30.0 to 38.8 μm and from 26.0 to 35.0 μm, respectively.

The theca is very thin and shows small pores and protuberances connected by a very faint reticulation (Fig. 3-6). Pores are almost regularly aligned along the thecal plate margins, whereas they are less numerous and irregularly scattered in the central part of the plates. Protuberances are more evenly distributed, at times contiguous with pores, at times isolated. A row of pores is visible on the cingular plates, in proximity to the borders of the postcingular plates (Figs. 2e, 3, 5). Pores are also scattered along the margins of the sulcal plates. The plate margins show conspicuous intercalary bands with slight transversal striations (Figs. 4, 6).

The plate formula is : Po, X, 4', 3a, 7'', 4C, 6S, 5''', 2''''.

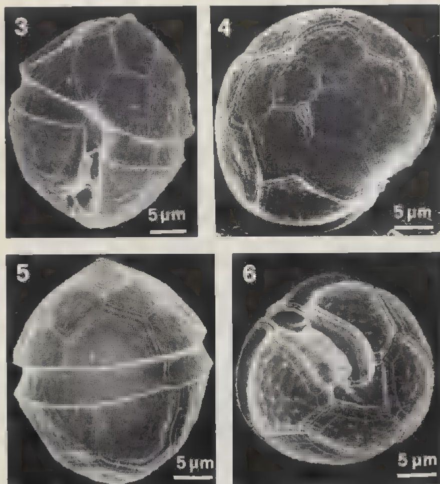
The apical pore complex, surrounded by the elevated rims of the neighbouring plates, is located in the centre of the epitheca and extends ventrally and obliquely to the right (Figs. 2c, 4). The pore is teardrop in shape, with elevated margins. The narrow ventral plate is shorter than the pore plate and shows an oblique ventral margin.

Plate 1' is quadrilateral, with a truncate and oblique posterior end, and shows a typical ortho-arrangement (Figs. 2a, 2c, 3, 4). It is markedly asymmetrical and shifted to the right. Plates 2' and 4' are nearly equal in size and symmetric. Plate 3' has four major edges. The dorsal ones, rather convex, are in contact with plates 2a and 3a (Figs. 2c, 4). Plate 3' shares no borders with plate 1a. The latter plate, pentagonal in shape, is shifted to the ventral part of the cell and borders with 2', 2a and the first-three precingular plates. Plate 2a is irregularly hexagonal and elongated antero-posteriorly (Figs. 2b, 2c, 4, 5). It borders only two precingular plates, 3'' and 4'', and the second and third apical plates, as well as the other intercalary plates. Plate 3a borders 2a, 4'', 5'', 6'', 3' and 4'.

The cingulum is excavated (cavozone) and slightly ascending (Figs. 2a, 2e, 3). The cingular lists, formed mainly by the precingular and postcingular plate margins, are very reduced. The first cingular plate is wide, attaining the same width as the first postcingular plate. 2C is the widest of the cingulum, connecting to 3C in the dorsal part of the cell, slightly before or in correspondence with the suture between 3''' and 4''' (Figs. 2b, 5). Plate 3C extends nearly to the ventral part of the cell, at the level of the suture between 4''' and 5'''. 4C is as wide as plate 5''' (Figs. 2a, 6).

The sulcal area, consisting of 6 plates, is rather wide and reaches the antapex (Figs. 2a, 2e, 3, 6). S.a. indents the epitheca with its anterior end, bordering plates 1', 1'' and, with only few exceptions, 7''. It ends posteriorly with a reinforced corner which borders the flagellar pore and is hidden by the wing of plate S.d. Plate S.d., which is long and convex, bears a wing extending along approximately 3/4 of its left margin. Plate S.s. is as long as plate 1'''; it is con-

Fig. 2 – *Protoperidinium parthenopes*, schematic drawings. Ventral (a), dorsal (b) view of theca; apical view of epitheca (c); antapical view of hypotheca (d); cingular and sulcal plates (e).



Figs. 3-6 – *Protoperidinium parthenopes*, scanning electron micrographs. Fig. 3. Ventral view. Note the width of 1C plate. Fig. 4. Apical view of epitheca. Note the peculiar arrangement of the three intercalary plates. Fig. 5. Dorsal view. Note the suture between 2C and 3C plates on the dorsal part of the cingulum. Fig. 6. Ventral antapical view.

cave and with a very narrow list bordering its right margin. Between the latter two plates, a long and narrow S.m. plate and, posteriorly, a very small S.p.a. plate are present. S.p. is rather wide, pointed posteriorly, with short and quasi-symmetric arms in contact with plates 1''' and 5'''. Its anterior margin is notched and more reinforced along its border with plate S.s.

In the hypotheca, plate 5''' is very wide and due to the cingular displacement, higher than plate 1''' (Figs. 3, 6).

Apart from the lack of contact which was at times found between plates S.a. and 7'', no significant variation in plate shape and pattern was noted in the observed specimens.

Protoperidinium parthenopes was found in surface waters of the inner Gulf of Naples on July 1, 1986, at a fixed station which has been sampled bi-weekly as of 1984 (ses Scotto di Carlo *et al.*, 1985, for details of sampling site and data collections). Temperature values of 23.6°C and salinity of 37.2 ‰ were recorded at the time of sampling. The species attained a density of 2.4×10^3 cells l^{-1}, constituting a minor part (0.02 %) of the phytoplankton population (12.7×10^6 cells l^{-1}) which was dominated by small diatoms (55 %) and phytoflagellates (33 %).

The species is dedicated to Parthenope, one of the sirens who tried to lure the mythical greek hero Ulysses by their song. Unsuccessful in her attempt, she stranded onto the Neapolitan coast. The ancient name of Naples during the Greek period was derived from her name.

DISCUSSION

Protoperidinium parthenopes differs from all other congeneric species for the peculiar arrangement of the intercalary plates and cingular series. The species raises many interesting questions concerning its position within the genus.

According to the subdivision of the genus proposed by Balech (1974), *P. parthenopes* is to be attributed to the subgenus *Protoperidinium* (Gran) Balech, due to the presence of three intercalary plates. However, plates 2a and 3a are symmetrically arranged with respect to plate 3' which is quadrangular and plate 2a is in touch with 2'. This pattern corresponds to the one showed for the intercalary series by congeneric species possessing only two intercalary plates and therefore grouped in the suborder *Archaeperidinium* (Jørgensen) Balech. Moreover, plate 1a, which is markedly shifted ventrally, borders onto plate 1'' with its ventral margin and is not connected with plate 3'. This arrangement is unique for the genus, since no other *Protoperidinium* species has a suture between 2a and 2'. In addition, even though 2a plate is hexagonal, it is in touch with only two precingular plates (3'' and 4'') as in the other «penta» species, thus differing from all other «hexa» *Protoperidinium*.

The most distinctive feature for *P. parthenopes* concerns the relative proportions of the cingular plates. Most *Protoperidinium* species possess a very narrow first cingular plate which is considered «transitional» (T plate) between the sulcal and cingular series. Generally, the second and fourth cingular plate are also rather narrow, whereas 3C is very broad and constitutes the major part of the cingulum. As a rule, the cingulum is not interrupted in the dorsal part of the cell. On the contrary, *P. parthenopes* shows a wide 1C plate which cannot be

considered as a transitional plate. Moreover, 2C is also wide, connecting to the relatively narrow 3C plate in the dorsal part of the cell.

A somewhat wider 1C plate is present in some *Protoperidinium* species as *P. asymmetricum* Balech, *P. monovelum* (Abé) Balech and *Peridinium fusiforme* Abé (to be transferred to *Protoperidinium* together with other species published by the author in 1981), but this feature is never so pronounced as in *P. parthenopes*. Abé (1981) grouped these species, together with *P. mutsuense* (Abé) Balech and *P. minutum* (Kofoid) Loeblich III, in the group *Monovela* Abé with which *P. parthenopes* shows some affinities. The group, belonging in Abé's classification to the subgenus *Veroperidinium* Paulsen, is in fact characterized by a globular body shape, asymmetrical apical pore complex and first apical plate, and poorly excavated sulcal area which widens posteriorly. Species which indifferently show two or three intercalary plates are found within the group. In fact, the author attributed a relative importance to this series of plates which shows a certain degree of intraspecific variability both in shape and number.

A cingular structure characterized by the absence of a true T plate is a common feature for the closely related freshwater species grouped together with a few marine species in the genus *Peridinium* which is characterized by the presence of 5 or 6 cingular plates (Bourrelly, 1968). In this respect, *P. parthenopes* could be considered rather primitive within the genus since it maintains a relict feature of the freshwater species. This may also be confirmed due to its affinity with the group *Monovela* which has been considered closely related to freshwater species and scarcely evolved within the genus (Abé, 1981).

Another peculiarity for *P. parthenopes* is the pore pattern on the cingular plates. Unlike other congeneric species where pore are irregularly arranged in the central part of the cingular plates (Balech, 1974), a row of pores along the posterior margin of these plates is characteristic for the species. Unfortunately, information is scarce (Andreis *et al.*, 1982; Dodge, 1983; Dodge & Saunders, 1985) and does not allow for comparison with other genera.

Indelicato & Loeblich III (1986) have recently drawn much attention to differences in the position of the sutures between the cingular plates and their relationship with postcingular plate sutures. These authors have proposed a reconsideration of the systematics of some peridiniales based upon this character. Were their proposal to be accepted, *P. parthenopes* would be transferred to a new genus. At present, the species' characteristics seem hardly sufficient to establish a separate genus. In fact, apart from previously mentioned peculiarities, the species here described shows a plate pattern and sulcal arrangement typical for the genus *Protoperidinium*.

ACKNOWLEDEGMENTS

We are very grateful to Dr. E. Balech for helpful suggestions and collaboration in sulcal plate elucidation, and to Dr. D. Marino for reading and commenting the manuscript. We also wish to thank G. Dafnis for help at SEM, G. Gargiulo for photographic assistance and Prof. L. Pianta for the latin translation of the diagnosis.

REFERENCES

ABÉ T.H., 1936 -- Report of the biological survey of Mutsu Bay 29. Notes on the protozoan fauna of Mutsu Bay II. Genus *Peridinium* : subgenus *Archaeperidinium*. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, Ser. 4, 10 : 639-686.

ABÉ T.H., 1981 – *Studies on the family Peridinidae, an unfinished monograph of the armoured dinoflagellata. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. Spec. Publ. Ser.*. 6, 409 p.

ANDREIS C., CIAPI M.D. & RODONDI G., 1982 – The thecal surface of some Dinophyceae : a comparative SEM approach. *Bot. Mar.* 25 : 225-236.

BALECH E., 1974 – El genero *Protoperidinium* Bergh, 1881 (*Peridinium* Ehrenberg, 1831, partim). *Rev. Mus. Argent. Ci. Nat. «B. Rivadavia» Hidrobiologia* 4 : 1-79.

BALECH E., 1980 – On thecal morphology of Dinoflagellates with special emphasis on cingular and sulcal plates. *Ann. Centro Ci. Marit. y Limnol. Univ. Nac. Auton. México* 7 : 57-68.

BOURRELLY P., 1968 – Notes sur les Péridiniens d'eau douce. *Protistologica* 4 : 5-16.

BROCH H., 1910 – Die *Peridinium* - Arten des Nordhafens (Val di Bora) bei Rovigno im Jahre 1909). *Arch. Protistenk.* 20 : 176-200.

DIWALD K., 1940 – Ein Beitrag zur Variabilität und Systematik der Gattung *Peridinium*. *Arch. Protistenk.* 93 : 121-184.

DODGE J.D., 1983 – Ornamentation of thecal plates in *Protoperidinium* (Dinophyceae) as seen by scanning electron microscopy. *J. Plankton Res.* 5 : 119-127.

DODGE J.D. & SAUDERS R.D., 1985 – A partial revision of the genus *Oxytoxum* (Dinophyceae) with the aid of scanning electron microscopy. *Bot. Mar.* 28 : 99-122.

GRAN H.H., 1902 – Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographyschen Gesichtpunkten behandelt. *Report on Norvegian Fishery- and Marine-Investigations* 2 : 1-133.

INDELICATO S.R. & LOEBLICH III A.R., 1986 – A revision of the marine peridinioid genera (Pyrrophyta) utilizing hypothecal-cingular plate relationships as a taxonomic guideline. *Jap. J. Phycol.* 34 : 153-162.

JØRGENSEN E., 1912 – Bericht über die von der schwedischen hydrographysch-biologischen Kommission in den schwedischen Gewässer in den Jahren 1909-10 eingesammelten Planktonproben. *Svenska Hydrog.-Biol. Komm.* 4 : 1-20.

NETZEL H. & DÜRR G., 1984 – Dinoflagellate cell cortex. VI. Cortex and variations. *In* SPECTOR D.L. (Ed.) *Dinoflagellates*. Academic Press Inc., Orlando, Florida, pp. 78-93.

PAULSEN O., 1908 – XVII. Peridiniales. *In* BRANDT K. and APSTEIN C. (Eds.) *Nordisches Plankton*. Linsius and Tischer Verlag, Kiel, pp. 1-124.

PAULSEN O., 1931 – Études sur le microplancton de la Mer d'Alboran. *Trab. Inst. Oceanogr. Madrid* 4 : 1-108.

SCOTTO DI CARLO B., TOMAS C.R., IANORA A., MARINO D., MAZZOCCHI M.G., MODIGH M., MONTRESOR M., PETRILLO L., RIBERA D'ALCALA' M., SAGGIOMO V. & ZINGONE A., 1985 – Uno studio integrato dell'ecosistema pelagico costiero del Golfo di Napoli. *Nova Thalassia* 7 (suppl. 3) : 99-128.

PHYSIOLOGICAL STUDIES ON *BOTRYOCOCCUS*. 1. EFFECT OF GROWTH PROMOTING SUBSTANCES ON THE GROWTH OF GREEN ALGA *BOTRYOCOCCUS BRAUNII**

M.R. AHMAD**

ABSTRACT — The influence of indole-3-acetic acid (IAA), tryptamine, indole and kinetin was studied on the growth of green alga *Botryococcus braunii*. Both growth promotion and inhibition were observed. Growth was promoted at 10^{-7}M IAA, 10^{-6}M tryptamine, 10^{-9}M indole and 10^{-8}M kinetin. Growth promoting effects are small in terms of biomass yield.

RÉSUMÉ — L'action de l'indole-3-acétique (IAA), de la tryptamine, de l'indole et de la kinétine sur la croissance de l'algue verte *Botryococcus braunii* a été étudiée. Une activation et une inhibition de la croissance ont été constatées. La croissance était activée à 10^{-7}M IAA, 10^{-6}M tryptamine, 10^{-9}M indole et 10^{-8}M kinétine. En terme de biomasse, les effets de l'activation de la croissance sont faibles. (traduit par la rédaction).

KEY WORDS : growth promoting substances, green alga, *Botryococcus braunii*, growth.

INTRODUCTION

Botryococcus braunii Kützing, a unicellular colonial green alga has received much attention these days due to the fact that it produces hydrocarbon and may provide a renewable source of compounds usuable as fuels or feedstocks (Largeau *et al.*, 1980; Wake & Hillen, 1980; Chirac *et al.*, 1985). The alga has a slow growth rate in nature as well as in culture conditions (Swale, 1968; Belcher, 1968) although existing evidence indicates that the photosynthetic rate in active colonies is comparable to that of other green algae (Wolf, 1983). The slow growth rate has been attributed to the hinderance of cellular gas exchange to the cells by the colonial matrix and the alga's peculiar ability to direct metabolism into metabolically expensive lipids (Belcher, 1968; Wolf, 1983). The factors responsible for slow growth are not clear but the recent data demonstrated that large improvements in growth rate and in biomass productivity can be achieved

* NBRI Research Publication No 335 (N. S.).

** Algal Biotechnology Laboratory, National Botanical Research Institute, Lucknow-226 001, India.

TABLE I

Effect of IAA, Tryptamine, Indole and Kinetin on the growth of *Botryococcus braunii*

Conc. M	IAA (A) Growth period 15 days Dry wt. mg*	IAA (B) Growth period 20 days Dry wt. mg*	Tryptamine (C) Growth period 15 days Dry wt. mg*	Indole (D) Growth period 15 days Dry wt. mg*	Kinetin (E) Growth period 15 days Dry wt. mg*
Control	18.00 ± 2.00	28.00 ± 1.41	17.00 ± 1.41	23.00 ± 2.00	17.50 ± 1.50
10^{-10}	16.00 ± 1.41	28.00 ± 1.41	19.00 ± 1.41	18.00 ± 1.41	18.50 ± 0.50
10^{-9}	14.50 ± 0.50	31.50 ± 0.50	17.50 ± 0.70	29.00 ± 1.41 (26)	17.00 ± 0.00
10^{-8}	15.00 ± 0.00	29.50 ± 0.70	17.50 ± 0.70	18.00 ± 2.00	20.50 ± 0.50 (17)
10^{-7}	14.00 ± 0.00	37.00 ± 2.00 (32)	16.50 ± 0.50	22.50 ± 0.70	16.50 ± 0.50
10^{-6}	13.50 ± 0.50	31.00 ± 1.41	21.50 ± 1.41 (26)	21.00 ± 1.41	11.50 ± 1.48
10^{-5}	10.50 ± 0.50	29.00 ± 0.00	10.00 ± 2.00	19.00 ± 1.41	12.50 ± 3.36
10^{-4}	3.50 ± 0.50	28.50 ± 0.70	7.50 ± 1.50	19.00 ± 1.41	12.50 ± 0.50
10^{-3}	2.50 ± 1.66	4.50 ± 2.06	5.00 ± 0.00	11.50 ± 1.50	5.00 ± 0.00

* Values given are means of replicates cultures (after a growth period of 15 days except (B)) with their standard deviation). Figures in parenthesis indicates the percentage increase over the control.

under appropriate «air-lift» culture conditions (Casadevall *et al.*, 1985; Brenckmann *et al.*, 1985a; Brenckmann *et al.*, 1985b.

A perusal of the literature has shown that the effect of growth promoting substances on *B. braunii* has not been studied so far. A number of growth promoting substances are known to accelerate the growth of algae (Augier, 1976, 1977). In view of this, some preliminary observations have been carried out to determine the influence of plant growth substances on the growth of *B. braunii* in culture.

MATERIAL AND METHODS

Botryococcus braunii was obtained from Texas culture collection (No 572). The alga was grown in modified Chu No. 10 medium with soil extract (5%) and M-6 trace elements. The culture was grown in 150/250 ml. «Borosil» conical flasks with 100 ml culture medium in each flask. Equal volume (10 ml) of well grown culture started from same inoculum were used as inoculum which afforded a high degree of reliability. The light (16 hr.) was provided by three fluorescent tubelight of 40 watt each (Approx. 2.700 lx.). The temperature of the culture room was maintained at 24-26°C. All aseptic precautions were taken and culture grown were rechecked for any contamination. Addition of growth promoting substances was made in the basal medium. Growth was estimated on dry weight basis. Dry weight measurement was carried out by filtration of aliquots on «Whatman» filters which were thoroughly rinsed with distilled water. The filtered algal biomass was dried at 80°C for 24 hours. Cultures were manually shaken two/three times a day.

RESULTS

Effect of indole-3-acetic acid on the growth of *B. braunii.*

The effect of varying concentrations of IAA ranging from 10^{-10} to 10^{-3}M is shown in Table I (A) after a growth period of 15 days. High concentrations (10^{-3} and 10^{-4}M) produced inhibitory effect. Lower concentrations did not stimulated growth.

After a growth period of 20 days and with slightly heavy inoculum, there is an improvement in growth relative to culture (A) as seen in table I (B). There is an increase of about 32 % in dry weight over the control at 10^{-7}M IAA treated cultures. Growth was inhibited at 10^{-3}M IAA. Growth in 10^{-4}M, 10^{-5}M, 10^{-8}M and 10^{-10}M treated cultured were similar to that of the control. There is a slight promotion of growth in 10^{-6}M and 10^{-9}M treated cultures.

Effect of potential precursors of IAA.

Tryptamine

The effect of various concentrations of tryptamine has been shown in table I (C). High concentrations (10^{-3} to 10^{-5}M) produced inhibitory effect. There is

an increase of about 26 % in dry weight over the control for 10^{-6} M tryptamine treated cultures. Growth in media containing other concentrations of tryptamine was similar to that of the control.

Indole

Growth was inhibited for 10^{-3} M indole treated cultures (table I (D)). It produced an increase of 26 % in dry weight over the control at 10^{-9} M. At other concentrations of indole, dry weight were similar to that of the control.

Effect of kinetin on *B. braunii.*

The effect of kinetin is shown in table I (E). A high concentration (10^{-3} M) produced an inhibitory effect. Other concentrations produced effects similar to the control except 10^{-8} M where there was an increase of about 17 % in dry weight over the control.

DISCUSSION

The preliminary observations of the effect of growth promoting substances has shown that there is some response. The response shown is not much in terms of biomass yield. 10^{-7} M IAA produced promotory effect only after a growth period of 20 days. At high concentration of 10^{-3} M growth was inhibited. The potential precursors of IAA showed better results on a two weeks culture. Both tryptamine and indole produced increase in growth rate at respective concentrations of 10^{-6} M and 10^{-9} M. Higher concentrations were inhibitory. Kinetin also showed some effect.

Recent studies have shown that the growth of the otherwise slow growing *B. braunii* could be accelerated by using appropriate «air-lift» systems. Casadevall *et al.* (1985) examined the growth of *B. braunii* by the above method. A mean biomass doubling time of 2.3 days was obtained during the exponential phase of batch cultures. Steady state were achieved from continuous culture with mean cell generation time of 2.77 and 2.3 days. Brenckmann *et al.* (1985a, 1985b) found great improvements using «air-lift» system of the influence of different light intensities on total biomass, hydrocarbon, cell structure, pigments and photosynthetic activity. It appears that «air-lift» conditions provides great improvements in mean generation time (2.3 days instead of one week in standard conditions). However the factors responsible for slow growth remain unclear but in view of the above observations, it is possible to enhance the growth rate using appropriate «air-lift» system, an adequately enriched growth medium with or without growth substances and perhaps mechanical agitation as well. Work on these lines are in progress.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to the Director, National Botanical Research Institute, Lucknow for providing laboratories facilities.

REFERENCES

AUGIER H., 1976 — Les hormones des algues. État actuel des connaissances. III. Rôle des hormones dans les modalités de croissance et de développement des thalles. *Bot. Mar.* 19 : 351-377.

AUGIER H., 1977 — Les hormones des algues. État actuel des connaissances. VI. Index alphabétique par espèces des travaux sur le rôle des hormones dans la vie des algues. *Bot. Mar.* 20 : 363-379.

BELCHER J.H., 1968 — Notes on the physiology of *Botryococcus braunii* Kützing. *Arch. Mikrobiol.* 61 : 335-346.

BRENCKMANN F., LARGEAU C., CASADEVALL E. & BERKALOFF C., 1985a — Influence de la nutrition azotée sur la croissance et la production d'hydrocarbures de l'algue unicellulaire *Botryococcus braunii. In* PALZ W., COOMBS J. & HALL D.O. (Eds.), *Energy from biomass.* Elsevier Appl. Sci. Publ., London, pp. 717-721.

BRENCKMANN F., LARGEAU C., CASADEVALL E., CORRE B. & BERKALOFF C., 1985b — Influence of light intensity on hydrocarbon and total biomass production of *Botryococcus braunii*, relations with photosynthetic characteristics. *In* PAlZ W., COOMBS J. & HALL D.O. (Eds.), *Energy from biomass.* Elsevier Appl. Sci. Publ., London, pp. 722-726.

CASADEVALL E., DIF D., LARGEAU C., GUDIN C., CHAUMONT D. & DESANTI O., 1985 — Studies on batch and continuous cultures of *Botryococcus braunii* : hydrocarbon production in relation to physiological state, cell ultrastructure, phosphate nutrition. *Biotechnol. Bioengin.* 27 : 286-295.

CHIRAC C., CASADEVALL E., LARGEAU C. & METZGER P., 1985 — Bacterial influence upon growth and hydrocarbon production of the green alga *Botryococcus braunii. J. Phycol.* 21 : 380-387.

LARGEAU C., CASADEVALL E., DIF D. & BERKALOFF C., 1980 — Renewable hydrocarbon production from the alga *Botryococcus braunii. In* PALZ W., CHARTIER P. & HALL D.O. (Ed.), *Energy from biomass.* Appl. Sci. Publi., London, pp. 653-658.

SWALE E.M.F., 1968 — The phytoplankton of Oakmere, Cheshire. *Brit. Phycol. Bull.* 3 : 441-449.

WAKE L.V. & HILLEN L.W., 1980 — Study of a bloom of the oil rich alga *Botryococcus braunii* in the Darwin river reservoir. *Biotechnol. Bioengin.* 22 : 1637-1656.

WOLF F.R., 1983 — Review : *Botryococcus braunii*, an unusual hydrocarbon producing alga. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 8 : 249-260.

MORPHOLOGIE ET CYTOLOGIE COMPARÉES DE *DRAPARNALDIA MUTABILIS* (CHAETOPHORALES, CHLOROPHYTA) CULTIVÉ SOUS DIFFÉRENTES LUMIÈRES OLIGOCHROMATIQUES

Mireille DUCHER*, Pierre DIDIER** et Monia ZEGHAL*

RÉSUMÉ. — Les thalles de *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg. cultivés sous différentes radiations oligochromatiques présentent une morphologie et une cytologie modifiées. La lumière bleue induit un comportement identique aux témoins : une croissance rapide, la différenciation de rhizoïdes, des chloroplastes possédant peu de thylacoïdes. Au contraire, les radiations rouges et jaunes provoquent une croissance lente, la formation de «tresses» et des chloroplastes avec de nombreux thylacoïdes. Les radiations jaunes entraînent de plus une dégénérescence du chloroplaste et à longue échéance la mort des thalles.

ABSTRACT. — The thallus of *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg. growth under white or monochromatic light [redacted] different. Under blue light growth is equal to the control : rapid development, rhizoids, chloroplasts with few thylakoids. Under red and yellow radiations the growth is much lower, and chloroplasts have many thylakoids. Yellow light induce the chloroplast degeneration and the thallus death.

MOTS CLÉS : lumière oligochromatique, chloroplaste, *Draparnaldia mutabilis*.

INTRODUCTION

Draparnaldia mutabilis (Roth) Cederg. est une Chlorophycée (Chaetophorale) filamenteuse à croissance intercalaire. Le phénotype naturel décrit par Bourrelly (1966) présentant des axes unisériés principaux sur lesquels se forment des verticilles groupés en touffes n'a jamais pu être obtenu au laboratoire. Les thalles sont constitués par un ensemble de filaments plus ou moins ramifiés. Les ramifications peuvent avoir une croissance rapide (axes secondaires) ou lente. Johnstone (1978) a montré que les paramètres chimiques (Ca^{++}, NO^{-}_{3}) influencent la morphologie de *Draparnaldia mutabilis*, de même que les facteurs physiques (durée de la photopériode, intensité d'éclairement). Des études préliminaires

* Laboratoire de Phytomorphogenèse U.A. 45, 4 et 6 rue Ledru, 63038 Clermont-Ferrand.
** Laboratoire de Protistologie, Campus des Cézeaux, 63170 Aubière.

ont montré le rôle important de la composition spectrale de la lumière sur le développement de ces algues (Larpent & Jacques, 1972, 1973). La lumière bleue induit une croissance et une teneur en pigments des thalles identiques à celles des témoins cultivés en lumière blanche. Sous les radiations rouges et jaunes la croissance est ralentie, ceci étant corrélé à un effondrement des concentrations en pigments photorécepteurs (Ducher, 1987). L'aspect général des thalles est modifié par la qualité de la lumière.

L'action comparée des lumières colorées sur la morphologie et la cytologie du thalle de *Draparnaldia mutabilis*, les relations éventuelles avec la croissance sont abordées dans cet article.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les algues sont cultivées sur un milieu à l'extrait de viande (3g/l) et bactopeptone (5g/l) sous la photopériode 18h:6h, une intensité d'éclairement de 23 $\mu M\ m^{-2}\ s^{-1}$ et une température de 18°C±1 (Ducher, 1987). La lumière blanche est fournie par des tubes fluorescents «Blanc Industrie» Mazda, les radiations bleues (440 nm ± 10) et rouges (660 nm ± 10) par des tubes fluorescents «TL fluorescent lamp coloured» Philips, les radiations jaunes (590 nm±10) par une lampe à vapeur de sodium «basse pression» Mazda.

Les coupes cytologiques sont réalisées sur des algues cultivées pendant 4 semaines sous ces différentes conditions lumineuses. Les filaments sont recueillis par filtration sur verre fritté (porosité 3) puis rincés plusieurs fois à l'eau distillée. Ils sont fixés au glutaraldéhyde à 2 % (v/v) dans du tampon cacodylate 0,05M (pH 7,2) puis rincés dans le même tampon additionné de saccharose (0,25 M). Les échantillons sont fixés dans l'acide osmique 1 % (v/v) dans le même tampon. Après rinçage dans l'eau distillée, les thalles sont déshydratés dans une série montante d'alcool et inclus dans l'Epon 812. Les coupes sont réalisées avec un ultramicrotome OMV_2 contrastées à l'acétate d'uranyle puis colorées au citrate de plomb. Elles sont observées sur un microscope électronique JEOL 1200 Ex sous une tension de 80KV.

RÉSULTATS

I - Aspect général des thalles

Pour les cultures en lumières blanche et bleue, le thalle est peu ramifié mais de nombreux rhizoïdes apparaissent (Fig. 1). Le bouturage spontané est fréquent, de plus, l'apparition des rhizoïdes est corrélée avec une vitesse de croissance rapide.

Les cultures sous les radiations rouges et jaunes se développent peu. Les filaments s'enroulent entre eux pour former des «tresses» (Fig. 2). Ce type de figure semble associé à une souffrance des thallles.

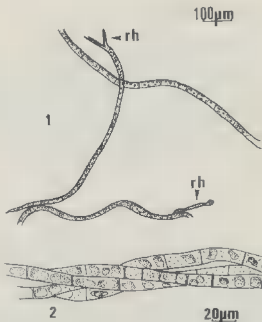


Figure 1 : *Draparnaldia mutabilis* : aspect morphologique du thalle cultivé en lumière blanche et bleue.

Figure 2 : formation de «tresses» chez les thalles cultivés en lumière rouge.

II - Modifications des caractères cytologiques des cellules en fonction de la qualité de la lumière

Éclairement blanc témoin

La structure typique des cellules eucaryotiques est observée (Fig. 3 et 4). Le plaste pariétal unique entoure toute la cellule. Le noyau, son nucléole et un dictyosome sont bien visibles. De nombreux plastoglobules sont présents (Fig. 3). Le pyrénoïde est entouré de l'amylosphère (Fig. 4). Les thylacoïdes sont allongés et présentent des zones d'appariement plus sombres où sont localisées les unités PSII.

Lumière bleue

L'organisation de la cellule et la structure du chloroplaste sont identiques à celles observées en lumière blanche (Fig. 5 et 6).

Radiations rouges

Les cellules cultivées sous ce type de lumière présentent des grains d'amidon

de grande taille. La structure du chloroplaste est modifiée : les thylacoïdes apparaissent en quantité beaucoup plus élevée et serrés les uns contre les autres. (Fig. 7 et 8).

Lumière jaune

Après 4 semaines de culture sous ces radiations les premiers signes de dégénérescence sont visibles. Une organisation particulière des thylacoïdes est observée : présence d'empilements granaires (Fig. 9). Si la culture des thalles est prolongée pendant 6 à 8 semaines la croissance s'arrête, les signes de dégénérescence s'amplifient. Une désorganisation progressive du plaste est notée. Des vésicules se forment à l'extrémité des thylacoïdes, les lamelles s'écartent (Fig. 10) et des vacuoles d'autophagie envahissent le cytoplasme (Fig. 11).

CONCLUSION

Les études en microscopie électronique corroborent les observations faites sur la croissance et la morphologie. Lorsque les thalles ont une vitesse de croissance rapide des rhizoïdes se différencient, les chloroplastes présentent peu de thylacoïdes, peu de grains d'amidon et une amylosphère réduite.

Au contraire, une croissance très ralentie est associée à la formation de «tresses», à la différenciation de chloroplastes possédant de nombreux thylacoïdes, des grains d'amidon et une amylosphère de taille importante. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés dans la littérature (Lichtenthaler *et al.*, 1980; Anderson, 1986). L'arrêt de la croissance après six semaines de culture en lumière jaune est lié à la dégénérescence du chloroplaste. Les vésicules observées à l'extrémité des thylacoïdes peuvent être la conséquence de perturbations des agencements macromoléculaires dues à l'absence de chlorophylles ou de quelques protéines associées (Calvayrac & Ledoigt, 1976). Jupin (comm. pers.) retrouve cette morphologie chez les mutants de *Chlamydomonas* ayant un système ATPase lié aux membranes des thylacoïdes, défaillant.

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON J.M., 1986 — Photoregulation of the composition, function and structure of thylakoid membranes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 37 : 93-136.

BOURRELLY P., 1966 — Les algues d'eau douce. Tome I (Ed. Boubée et Cie), 511 p.

CALVAYRAC R. & LEDOIGT G., 1976 — Croissance des Euglènes en présence de DCMU : Evolution du plastidome en fonction de la tension en oxygène. *Plant Sci. Lett.* 7 : 249-263.

DUCHER M., 1987 — Croissance, pigments et photosynthèse chez *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Cryptogamie, Algol.* 8 (8) : 91-100.

JOHNSTONE I.M., 1978 — Phenotypic plasticity in *Draparnaldia* (Chlorophyta, Chaetophoraceae). II. The physical environment and conclusions. *Amer. Journ. Bot.* 65 (5) : 608-614.

LARPENT J.P. & JACQUES R., 1972 — Croissance, chlorophylles et phytochrome chez *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg. cultivé en radiations monochromatiques. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 274 : 1297-1299.

LARPENT J.P. & JACQUES R., 1973 — Influence de la durée d'éclairement sur la croissance du thalle de quelques algues (trois Chaetophorales et une Rhodophycée). *Pl. Sci. Lett.* 1 : 339-347.

LICHTENTHALER H.K., BUSCHMANN C. & RAHMSDORF U., 1980 – The importance of blue light for the development of sun-type chloroplast. In the blue light syndrome (Ed. Senger H., Springer Verlag) : 485-494.

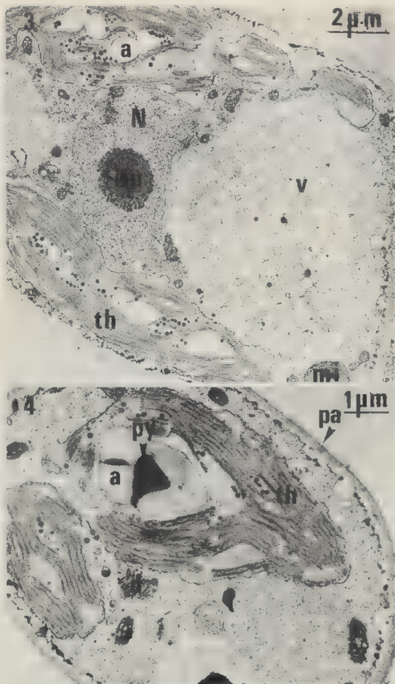


Figure 3 et 4 : *Draparnaldia mutabilis* : cytologie d'une cellule cultivée en lumière blanche.
a : amidon; d: dictyosome; mi: mitochondrie; N: noyau; Nu: nucléole; pa: paroi; pg: plastoglobule; py: pyrénoïde; th: thylacoïde; v: vacuole; va: vacuole d'autophagie; ve: vésicule.





Figure 5 et 6 : *Draparnaldia mutabilis* : cytologie d'une cellule cultivée en lumière bleue.

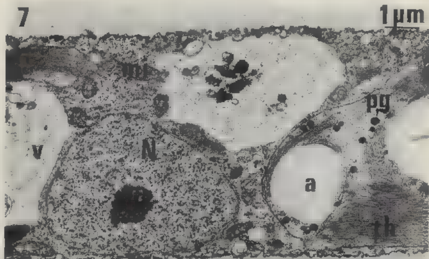


Figure 7 et 8 : *Draparnaldia mutabilis* : cytologie d'une cellule cultivée en lumière rouge.



Figure 9 : *Draparnaldia mutabilis* : cytologie d'une cellule cultivée en lumière jaune.

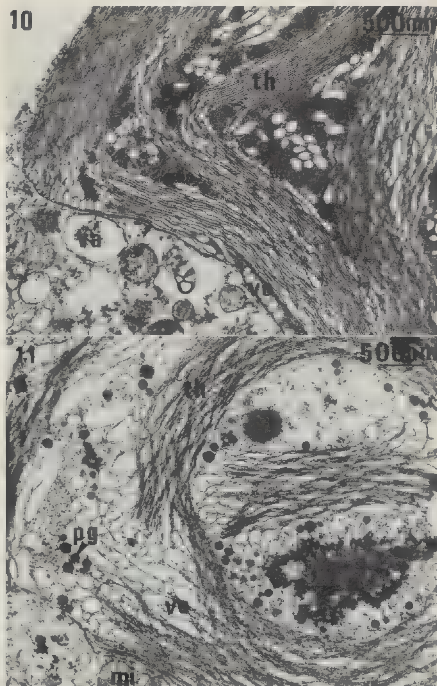


Fig. 10 et 11 : *Draparnaldia mutabilis* : cytologie d'une cellule cultivée en lumière jaune.

ACTION COMPARÉE DE DIVERSES RADIATIONS MONOCHROMATIQUES SUR LA RÉGÉNÉRATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES PROTOPLASTES DE *CAESPITELLA PASCHERI* ET DE *DRAPARNALDIA MUTABILIS* (CHAETOPHORALES, CHLOROPHYTA)

M. LARPENT-GOURGAUD* et M.P. AUMAITRE*

RÉSUMÉ. — Les protoplastes de deux Chaetophorales, *Caespitella pascheri* Vischer et *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg., sont cultivés sous différentes radiations : bleues (440 nm ± 10 nm), rouges (660 nm ± 10 nm), jaunes (590 nm) et sous lumière blanche. Quelque soit la nature de l'éclairement les protoplastes régénèrent. Sous des éclairements blanc ou rouge, les régénérats donnent naissance à des thalles. Au contraire, sous le jaune seuls les protoplastes de *Caespitella* engendrent un thalle. En lumière bleue aucun des protoplastes des deux espèces n'est capable de donner naissance à un organisme normal.

ABSTRACT. — The protoplasts of two Chaetophorales, *Caespitella pascheri* Vischer and *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg., are irradiated under blue (440 nm ± 10 nm) yellow (590 nm ± 10 nm), red (660 nm ± 10 nm) radiations and under white light. Under white and red lights, the protoplasts generate rapid growth thallus. On the contrary, under yellow radiations, only the *Caespitella* protoplasts regenerate a thallus. Under blue light the protoplasts of two species do not product a thallus.

MOTS CLÉS : *Caespitella, Draparnaldia,* protoplastes, régénération, croissance, radiation.

INTRODUCTION

L'obtention de protoplastes n'a été possible jusqu'à présent que chez un nombre restreint d'algues vertes ou rouges. Nous avons pu en isoler récemment chez *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg. (Larpent-Gourgaud & Aumaître, 1987). L'application de notre méthode au genre *Caespitella*, Chaetophorale à croissance apicale (Larpent-Gourgaud *et al.*, 1971) par opposition au *Draparnaldia* à croissance intercalaire, donne d'excellents résultats. L'étude de leur régénération et la production de thalles filamenteux est une étape dans la compréhension de la mise en place de la polarité cellulaire et de la localisation intra-

* Laboratoire de Phytomorphogenèse U.A. 45 - 4 et 6 rue Ledru, 63038 Clermont-Ferrand Cedex.

cytoplasmique d'enzymes directement impliquées dans la morphogenèse.

Les travaux de Larpent & Jacques (1973), Zeghal (1987) témoignent de l'exigence des algues vis-à-vis de la durée de l'éclairement et du rôle essentiel de la qualité de la lumière sur leur croissance. Ainsi les lumières blanche et bleue permettent une meilleure croissance en longueur des filaments, que les lumières jaune et rouge après deux semaines de cultures.

Un suivi de la régénération des protoplastes et de la croissance dans les mêmes conditions était donc intéressant.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Draparnaldia mutabilis est cultivé en culture axénique sur un substrat liquide organique (B.E.) à base d'extrait de viande et de bacto-peptone (Larpent & Jacques, 1973) gélosé à 15 p. 1000. Les souches axéniques de *Caespitella pascheri* Vicher se développent sur milieu de Bischoff & Bold (1963) gélosé à 15 p. 1000. Les protoplastes sont obtenus suivant la technique mise au point par Larpent-Gourgaud & Aumaître (1987) puis mis en culture en cellules de Van Tieghem.

L'éclairement (23 μmoles m^{-2} s^{-1}) blanc est fourni par des tubes fluorescents de type «blanc industrie». Les éclairements rouges (660 nm ± 10 nm) et bleus (440 nm ± 10 nm) sont donnés par des tubes «T.L. fluorescent coloured» Philips. La lumière jaune (590 nm) est obtenue à l'aide d'une lampe à vapeur de sodium basse pression Mazda. La photopériode est de 18 heures sur 24 heures, la température de 18 ± 0,5°C.

RÉSULTATS

Pour les deux algues étudiées, en lumière blanche les protoplastes régénèrent des thalles dont la morphologie est comparable à celle obtenue par bouturage de filaments (Ducher *et al.*, 1975; Zeghal, 1987).

Il est à remarquer que la lumière blanche, comme cela a déjà été souligné par Larpent-Gourgaud & Aumaître (1977) sur le protonéma des Bryophytes a des effets morphogénétiques tout à fait différents selon l'équilibre spectral. Ainsi la lumière, dite «blanc industrie» permet la croissance des thalles alors que le «blanc brillant de luxe» l'inhibe totalement. La comparaison des spectres d'émission montre que la lumière émise par les tubes fluorescents «blanc industrie» est très pauvre (4 %) en rouge clair ($\lambda = 660$ nm). Ces radiations sont au contraire présentes à raison de 11 % pour les tubes «blanc brillant de luxe».

Un éclairement rouge conduit dans le cas de *Draparnaldia* à la formation d'un thalle dont la vitesse de croissance (Figure 1) est inférieure à 30 %(24 ± 2μm/24h) par rapport à celle mesurée dans le cas d'un éclairement blanc (36 ± 5μm/24h). La taille des cellules est comparable: 18±3μm contre 16±2μm. Dans

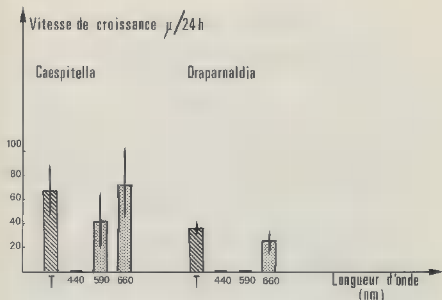


Fig. 1 — Action de la longueur d'onde sur la vitesse de croissance du thalle de *Caespitella pascheri* et de *Draparnaldia mutabilis*.

les deux cas la ramification est pratiquement inexistante. La morphologie des filaments obtenus à partir des protoplastes est donc comparable à celle des thalles provenant des boutures de filaments (Ducher, 1987). Chez le *Caespitella* les résultats sont identiques (Figure 1). Le développement du thalle est toutefois deux fois plus rapide et la vitesse de croissance atteint 66 ± 10µm/24h contre 72 ± 8µm/24h dans le rouge.

Sous une irradiation jaune, les protoplastes de *Draparnaldia* régénèrent : le tube germinatif peut atteindre jusqu'à 200 µm, mais n'initie jamais de thalle (Figure 1). Chez cette algue, cette radiation s'est montrée défavorable à la croissance des boutures de thalles en fonction de la durée d'exposition. Zeghal (1987) a en effet montré qu'après 6 semaines de culture, les plastes se désorganisent et dégénèrent. De même Calvayrac & Ledoigt (1976) signalent chez l'euglène, exposé à cet éclairement, la formation de plages de dégénérescence à l'extrémité des thylacoïdes. Dans ces conditions, le *Caespitella*, au contraire, édifie un thalle, mais plus lentement qu'en lumière blanche ou rouge (la vitesse de croissance est égale à 42µm au lieu de 66µm/24h).

Enfin en lumière bleue, seul un faible pourcentage de protoplastes se divise au maximum deux fois pour engendrer un tube germinatif qui ne s'allongera pas au-delà de 50 µm. Il faut noter toutefois que les protoplastes de *Draparnaldia* beaucoup plus sensibles que ceux de *Caespitella* à cette longueur d'onde se lysent en très grand nombre.

DISCUSSION - CONCLUSION

De ces expériences il ressort que la régénération des protoplastes et l'édification d'un thalle répondent comme deux systèmes distincts vis-à-vis des lumières monochromatiques.

Le premier système, indépendant de la qualité de la lumière, permet la synthèse de la paroi des protoplastes et sa structuration, la division en deux cellules filles morphologiquement différentes et de taille inégale à partir de la cellule nouvellement reconstituée. La mise en place de la polarité du développement, c'est-à-dire l'isolement de la cellule apicale se réalise quelque soit la nature de l'éclairement, avec toutefois une restriction dans le cas du bleu. Ces résultats se rapprochent de ceux rapportés par Ishizawa *et al.* (1979) sur la régénération des fragments de protoplasmes de *Boergenesia*. Chez cet organisme la lumière rouge (625 nm) stimule fortement (60 %) le pourcentage de germination alors que le bleu provoque une légère inhibition.

Le deuxième système, c'est-à-dire le fonctionnement de la cellule apicale, responsable de l'édification du thalle est fonction de la nature de l'éclairement, comme cela a été mis en évidence par Wada & Furuya (1970) qui ont démontré l'inhibition par les radiations bleues de la germination des spores d'*Adiantum* (ptéridophytes). Dans notre cas chez une algue à croissance strictement apicale comme *Caespitella*, seul le bleu ne permet pas la division de la cellule apicale. Pour *Draparnaldia* à croissance intercalaire, le bleu et le jaune bloquent les mitoses.

Il reste à démontrer que les radiations bleues ont réellement une fonction inhibitrice. Des expériences de double irradiation, avec supplémentation par des éclairements rouges, permettront d'apporter une réponse. L'action inhibitrice particulière du bleu sur la formation des thalles à partir de protoplastes en voie de régénération demande à être analysée en relation avec nos connaissances actuelles concernant le cryptochrome.

BIBLIOGRAPHIE

BISCHOFF H.W. & BOLD H.C., 1963 — Phycological studies. IV - Some soil algae from enchanted Rock and related algal species. *Univ. Texas Publ.* 6318 : 1-95.

CALVAYRAC R. & LEDOIGT G., 1976 — Croissance des Euglènes en présence du métabolisme photosynthétique en réponse aux variations du milieu chez des végétaux de type C_3. *Agronomie* 2 : 429-436.

DUCHER M., 1987 — *Rôle de la lumière sur la morphogenèse et le métabolisme de Draparnaldia mutabilis (Roth) Cederg.* Thèse Doctorat d'État, Clermont II.

DUCHER M., LARPENT-GOURGAUD M. & LARPENT J.P., 1975 — La notion de photopériodisme chez trois Chlorophycées et une Rhodophycée. *Nova Hedwigia* 26 : 373-383.

ISHIZAWA K., ENOMOTO S. & WADA S., 1979 – Germination and photo-induction of polarity in the spherical cells regenerated from protoplasm fragments of *Boergenesia forbesii*. *Bot. Mag. (Tokyo)* 92 : 173-186.

LARPENT J.P. & JACQUES R., 1973 – Influence de la durée de l'éclairement sur la croissance du thalle de quelques algues (trois Chaetophorales et une Rhodophycée). *Pl. Sci. Lett.* 1 : 339-347.

LARPENT-GOURGAUD M. & AUMAITRE M.P., 1977 – Action de l'orientation et de la qualité de la lumière sur le développement des protonémas de bryales. *Experientia* 33 : 1601-1603.

LARPENT-GOURGAUD M. & AUMAITRE M.P., 1987 – Production et régénération de protoplastes chez *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Cryptogamie, Algol.* 8 : 101-106.

LARPENT-GOURGAUD M., LARPENT J.P. & JACQUES R., 1971 – Action de la lumière sur la croissance des thalles de *Caespitella pascheri* Vischer, du *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Cederg., et du *Stigeoclonium farctum* Berthold. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 274 D : 2988-2991.

ZEGHAL M., 1987 – *Contribution à l'étude du rôle de la lumière sur le développement du thalle de Draparnaldia mutabilis (Roth) Cederg.* Thèse Docteur Ingénieur. Clermont II.

WADA M. & FURUYA M., 1970 – Photocontrol of the orientation of cell division in *Adiantum*. I. Effects of the dark and red periods in the apical cell of gametophytes. *Developm. Growth and Differentiation* 12 : 109-118.

COSMARIUM BOTRYTIS (MENEGH.) RALFS VAR. *DAYENSE* VAR. NOV. (CHLOROPHYTA, ZYGOPHYCEAE, DESMIDIALES, DESMIDIACEAE)

Alain COUTÉ et Aïcha DEHBI-ZEBBOUDJ*

RÉSUMÉ. — Les auteurs décrivent, à l'aide des microscopes photonique et électronique à balayage, une nouvelle variété de *Cosmarium botrytis* récoltée dans un oued de la forêt du Day à Djibouti.

ABSTRACT. — Using photonic and scanning electron microscopy, the authors describe a new variety of *Cosmarium botrytis* discovered for the first time in a wadi in Day forest, in Djibouti.

MOTS CLÉS : algues, eaux douces, *Cosmarium*, nouvelle variété, Djibouti.

INTRODUCTION

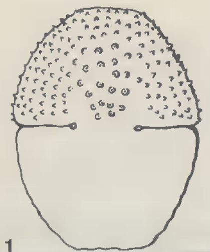
L'expédition «ARDOUKOBA» qui s'est déroulée sur le territoire de la République de Djibouti du 23 décembre 1984 au 3 février 1985, a permis les premières investigations sur les algues dulçaquicoles et d'eaux saumâtres dans cette région du globe, en particulier, dans la forêt du Day.

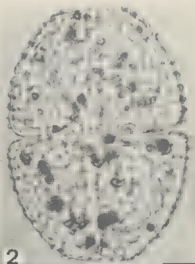
Dans les récoltes effectuées dans plusieurs oueds situés entre 1000 et 1500 mètres d'altitude, une desmidiacée du genre *Cosmarium* a attiré notre attention par son type d'ornementation. L'abondance de matériel nous a permis d'en entreprendre une étude détaillée aussi bien au microscope photonique qu'au microscope électronique à balayage.

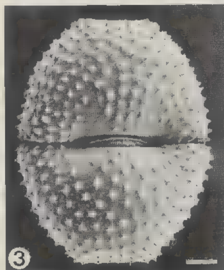
MATÉRIEL ET MÉTHODES

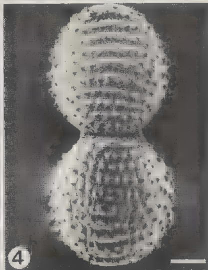
Le phytoplancton renfermant cette desmidiacée a été récolté à l'aide d'un filet à plancton de 25 µm de vide de maille, dans l'oued Disay (pH de l'eau : 6) situé dans la forêt du Day, au nord de la ville de Tadjoura. Il a été fixé immédia-

* Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire naturelle, 12 rue Buffon, 75005 Paris; U.A. C.N.R.S., n° 257.

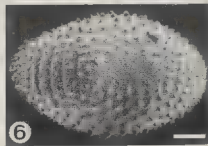

1


2


3


4


5


6

tement avec une solution de formaldéhyde à 5 %. Au laboratoire, les cellules ont été isolées à la micropipette, sous la loupe binoculaire.

Les observations et les dessins ont été réalisés avec un microscope WILD M 20 équipé d'une chambre claire.

Pour la microscopie électronique à balayage (= M.E.B.), les cellules ont été déshydratées avec des solutions aqueuses d'éthanol de concentration en alcool croissante jusqu'à l'alcool pur. La dessication finale a été effectuée par la technique du point critique en substituant de l'anhydride carbonique liquéfié à l'éthanol. Les organismes, montés ensuite sur le porte-objet à l'aide d'adhésif double-face, ont été métallisés à l'or-palladium. Les observations et les prises de vues ont été réalisées sur le microscope électronique à balayage JEOL 840 A du Service commun des laboratoires des Sciences de la Vie du Muséum National d'Histoire naturelle de Paris.

OBSERVATIONS

Les cellules de l'algue récoltée dans la forêt du Day sont de taille moyenne (longueur : 61-65 µm; largeur : 44-50 µm; isthme : 11-16 µm; épaisseur : 36-38 µm) avec un rapport longueur/largeur variant de 1,28 à 1,37 (fig. 1 à 3).

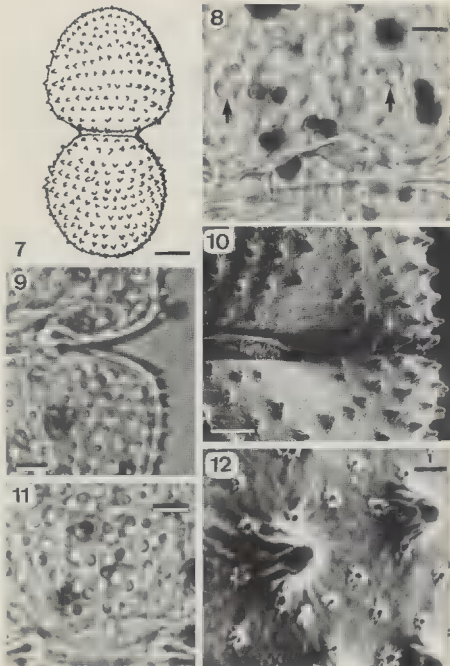
Les hémisomates ont, en vue de face, une forme de trapèze isocèle aux bords légèrement convexes (fig. 3) et à l'apex plat. En vue apicale, ils sont elliptiques (fig. 5 et 6) tandis qu'en vue de profil, ils apparaissent ovoïdes (fig. 4 et fig. 7).

Le sinus de la cellule est fermé et profond (fig. 1 à 3 et fig. 10).

A l'exception de la région apicale et des zones bordant l'isthme de part et d'autre du centre de l'hémisomate, qui sont nues (fig. 5 et 6), l'ensemble de la paroi cellulaire est couvert de verrues coniques, semblables à des épines, dont la forme est difficile à interpréter en microscopie photonique (fig. 2, 9 et 11). Ces verrues épineuses (environ 10 à 14 par côté d'hémisomate) ont une disposition régulière en séries rayonnant depuis le centre de l'hémisomate. Le M.E.B. précise leur morphologie (fig. 10 et 12) révélant des nervures latérales et un apex arrondi. Leur longueur varie de 1,5 à 2 µm et leur diamètre basal moyen atteint 2 µm. Comme chez toutes les Desmidiacées, la paroi de notre taxon est perforée de pores (fig. 10 et 12) à disposition irrégulière mais n'affectant pas la surface des verrues (40 à 50 pores pour 100 μm^2).

Enfin, chaque hémisomate renferme un plaste unique à deux pyrénoïdes volumineux (fig. 2 et fig. 8).

Fig. 1 à 6 : *Cosmarium botrytis* var. *dayense* var. nov. – Fig. 1 à 3 : vues de face de trois cellules (1 et 2 : microscopie photonique; 3 : microscopie électronique à balayage = M.E.B.). – Fig. 4 vue de profil (M.E.B.). – Fig. 5 et 6 : vues de deux apex (5 : microscopie photonique; 6 : M.E.B.). – Tous les traits d'échelle représentent 10 µm.



8
7
9
10
11
12

DISCUSSION

Le taxon étudié ici correspond bien, par son contour et par ses dimensions, à *Cosmarium botrytis* (Menegh.) Ralfs 1848, p. 99, pl. 16, fig. 1 var. *botrytis*. Par contre, il en diffère par la répartition et le type de l'ornementation pariétale. En effet, chez le type de l'espèce, l'ornementation est homogène sur toute la surface cellulaire alors que chez l'algue de la forêt du Day l'apex est nu ainsi que les régions préisthmales à la base du centre de l'hémisomate. Toutefois, la forme *C. botrytis* var. *subtumidum* fo. *irenee-mariei* Wade (1957), et la variété *C. botrytis* var. *mesoleium* Nordstedt (1876) montrent une ornementation centrale de l'hémisomate assez analogue par sa disposition près de l'isthme mais différente dans la partie supérieure, séparée qu'elle est des séries de verrues marginales.

Par la forme générale de sa cellule, notre nouvelle variété rappelle aussi le taxon décrit par Croasdale & Grönblad (1964) sous l'appellation de *C. botrytis* var. *paxillosporum* W. et W. Or, les régions centrales des hémisomates de cette algue trouvée au Labrador sont nues. Il ne peut donc s'agir de la variété de West et West dont l'ensemble du corps cellulaire est échinulé de façon homogène et l'on comprend l'incertitude de Croasdale & Grönblad qui ont placé un «?» devant la dénomination de leur taxon.

C. botrytis var. *gemmiferum* (Bréb.) Nordstedt (1888, p. 191) a également un contour assez similaire à celui de notre nouvelle variété avec, toutefois, des apex légèrement plus étroits (nous nous référons aux figures 4a et 4b données par West & West, 1912, vol. 4, pl. 97, Nordstedt n'ayant pas fourni d'iconographie). L'ornementation pariétale de la région centrale de l'hémisomate est assez semblable à celle que nous observons ici. Cependant, deux caractères la rendent distincte : elle est circonscrite par une zone lisse; en vue apicale, les granules de la région médiane ne semblent pas pointus et rappellent plutôt des verrues. De plus, les apex ne sont pas nus.

En ce qui concerne ce dernier caractère, certaines autres variétés de *C. botrytis* en sont affectées. C'est le cas, entre autre, de *C. botrytis* var. *paxillosporum* fo. *bacciferoideum* Croasdale (1956) et de *C. botrytis* var. *mediolaeve* West (1892). Il faut ajouter à cela *C. botrytis* var. *tumidum* Wolle décrit en microscopie photonique par Thérézien & Couté (1977) avec un apex nu, de même que *C. botrytis* var. *tumidum* étudié au M.E.B. par Couté & Tell (1981).

Fig. 7 à 12 : *Cosmarium botrytis* var. *dayense* var. nov. – Fig. 7 : vue de profil (microscopie photonique) – Fig. 8 : vue de détail de la région de l'isthme montrant les deux pyrénoïdes de l'un des deux hémisomates (flèches), (microscopie photonique). – Fig. 9 et 10 : vues du sinus et de la marge cellulaire (9 : microscopie photonique; 10 : M.E.B.) – Fig. 11 : détail de la région centrale d'un hémisomate montrant l'ornementation pariétale (microscopie photonique). – Fig. 12 : détail de deux verrues ornementant la paroi de la cellule (M.E.B.). – Tous les traits d'échelle représentent 5 µm à l'exception de celui de la figure 1 qui équivaut à 10 µm et celui de la figure 6 qui est équivalent à 1 µm.

Enfin, le type d'ornementation échinulée du taxon de la forêt du Day est bien distinct de celui du type de l'espèce. En effet, chez *C. botrytis* var. *botrytis*, selon Ralfs, on a affaire à des granules perlés («pearly granules»), ce qui est confirmé par Prescott *et al.* (1981) d'une part ainsi que par les figures obtenues au M.E.B. et au M.E.T. (microscope électronique à transmission) par Pickett-Heaps (1972 : fig. 14, p. 348, 33 p. 355 et 34 p. 356, pour le M.E.B.; fig. 15, p. 349, 27 p. 353 et 40 p. 357, pour le M.E.T.; 1974 : fig. 14, p. 11 et fig. 16, p. 12). Ce caractère perlé des granules pariétaux semble être la règle chez toutes les variétés ou formes de *C. botrytis*. Toutefois, dans le cas des figures obtenues au M.E.B. par Couté & Tell (1981, pl. VI, fig. 6, p. 106 et pl. VII, fig. 1, p. 107) sur *C. botrytis* var. *tumidum*, les granules marginaux semblent bien être coniques mais ceux du centre sont verruqueux. Ils sont, de plus, bordés régulièrement de pores (pl. VI, fig. 5 et 6, p. 106) tandis que pour le taxon sujet de cette étude, la disposition des pores est irrégulière (fig. 12). Chez le type de l'espèce, la figure 14 de la page 11 de Pickett-Heaps (1974) laisse présumer aussi une irrégularité dans la localisation des pores.

Pour les diverses raisons énumérées précédemment, nous considérons donc comme justifié de créer une nouvelle variété à propos de cette algue et nous proposons de la nommer : ***Cosmarium botrytis*** var. ***dayense*** var. nov.

Diagnose latine :

A typo turbinatis spiniformibus verrucis regulariter dispositis differt. Semicellulae apex et centralis regionis basis nudi sunt.

Cellulae longitudo : 61-65 µm; latitudo : 44-50 µm; isthmus : 11-16 µm.

Habit. : in temporario torrente Disay in Day silva (altitudo : 1000-1500 m) in republica Djibouti, jan. 1985.

Icon. : fig. nost. : fig. 1, 5 et 7.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COUTÉ A. et TELL G., 1981 — Ultrastructure de la paroi cellulaire des Desmidiacées au microscope électronique à balayage. *Beih. Nova Hedwigia* 68 : 228 p.

CROASDALE H.T., 1956 — Freshwater algae of Alaska. 1. Some desmids from the interior. Part 2. *Actinotaenium*, *Micrasterias* and *Cosmarium*. *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 75 (1) : 1-70, pl. 1-17.

CROASDALE H.T. et GRÖNBLAD R., 1964 — Desmids of Labrador. 1. Desmids of the southeastern coastal area. *Trans. Am. Microscop. Soc.* 83 (2) : 142-212, 21 pl.

NORDSTEDT O., Desmidieae *in* : NORDSTEDT and WITTROCK 1876. Desmidieae et Oedogonieae ab O. Nordstedt in Italia et Tyrolia collectae, quas determinaverunt. *Ofvers. Förh. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad.* 1876 (6) : 25-56, pl. 12, 13.

NORDSTEDT O., 1888 — Desmidieer fran Bornholm, Samlade Och delvis bestämda af R.T. Ho., granskade af O. Nordstedt. *Vidensk. Meddel. Dansk. Naturhist. Foren-Kjφbenhavn* 182-213, pl. 6.

PICKETT-HEAPS J.D., 1972 — Cell division in *Cosmarium botrytis*. *J. Phycol.* 8 (4) : 343-360.

PICKETT-HEAPS J.D., 1974 — Scanning electron microscopy of some cultured desmids. *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 93 (1) : 1-23.

PRESCOTT G.W., CROASDALE H.T., VINYARD W.C. et BICUDO C.E.M., 1981 — *A synopsis of north american Desmids.* Part II. Desmidiaceae : Placodermae sect. 3 : 720 p.

RALFS J., 1848 — *The british Desmidieae* xxii + 226 p., 36 pl. London.

THÉRÉZIEN Y. et COUTÉ A., 1977 — Algues d'eau douce des îles Kerguelen et Crozet (à l'exclusion des Diatomées). C.N.F.R.A. 43 : 1-91, 19 pl.

WADE W.E., 1957 — Additions to our knowledge of the desmid flora of Michigan. *Rev. Algol.* n. s. 2 (4) : 249-273, pl. 1, 2.

WEST W., 1892 — A contribution to the freshwater algae of west Ireland. *J. Linn. Soc., Bot.* 29 (199/200) : 103-216, pl. 18-24.

WEST W. et WEST G.S., 1912 — A monograph of the British Desmidiaceae. *The Ray Society* vol. 4, 191 p., pl. 96-128.

PRÉSENCE DE *FUCUS SPIRALIS* (PHAEOPHYCEAE) EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Michel SANCHOLLE*

RÉSUMÉ – Une population de *Fucus spiralis* Linné a été découverte en 1987 sur le littoral méditerranéen à Gruissan (Aude).

ABSTRACT – A stand of *Fucus spiralis* Linné was found in 1987 on the Mediterranean coast of France, in Gruissan (Aude).

MOTS CLÉS : *Fucus spiralis*, Méditerranée occidentale.

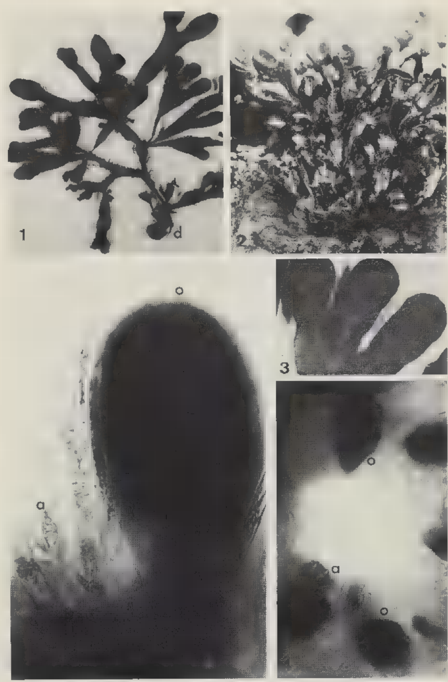
La présence du genre *Fucus* n'a pas, jusqu'à ce jour, été signalée en Méditerranée occidentale (Hamel, 1931; Feldmann, 1937; Boudouresque *et al.*, 1984), même si l'importance de *Fucus virsoides* (Forti) J. Ag. est reconnue depuis longtemps en mer Adriatique (Delépine *et al.*, 1987).

Début juin 1987 j'ai trouvé une population de *Fucus* composée d'une trentaine d'individus, dans le bassin de Gruissan (Aude). Une nouvelle observation mi-juillet et une troisième effectuée fin août ont permis de constater que les thalles repérés en juin étaient toujours présents et que beaucoup d'entre eux étaient épiphytes. Lors de la première observation, les thalles étaient encore jeunes, et quelques uns seulement fertiles alors qu'ils l'étaient tous en juillet-août.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

La population colonise, sur quelques décimètres carrés, un rocher de la jetée délimitant un chenal par lequel les bateaux de plaisance accèdent à la mer. Les thalles, tous solidement fixés par un disque basal bien différencié (photos 1 et 2), sont situés près du niveau de la mer, relativement calme à cet endroit. Les frondes dichotomes, larges de 2 cm environ et longues de 10 et 12 cm, présentent une nervure médiane bien visible et des cryptes pilifères nombreuses;

* Laboratoire de Cryptogamie, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex.


1
d
2
3
o
a
o
a
o

il n'y a pas de flotteurs. Les extrémités des dichotomies sont renflées en réceptacles (photo 3). Des coupes minces effectuées dans ces derniers, prélevés sur des échantillons récoltés en juillet, ont montré des conceptacles hermaphrodites (photos 4 et 5); les oogones et arbuscules d'anthéridies sont localisés dans la partie profonde tandis que de nombreux poils tapissent les régions plus superficielles. Ces caractères correspondent bien à ceux de *Fucus spiralis* Linné (Hamel, 1931; Gayral, 1966). Il faut toutefois remarquer que ces thalles sont plus petits et plus étroits que la plupart de ceux observés sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique.

DISCUSSION

Fucus spiralis est une algue des mers boréales dont l'aire d'extension géographique est vaste; vers le sud, cette espèce est présente jusqu'aux côtes du Portugal et des îles Canaries (Ardré, 1970). Il semble de plus que cette espèce puisse se développer en eau calme et plus ou moins saumâtre, puisque sa présence a été signalée dans une lagune de Grande Bretagne (St John's lake) alimentée en eau douce (Naylor, 1936). La station de Gruissan correspond aussi à une zone très calme isolée de la mer ouverte par la jetée qui la protège des vagues. En outre, elle subit des variations de salinité puisqu'elle se situe au bord d'une «minilagune» côtière. Si l'écologie de la population méditerranéenne n'apparaît donc pas exceptionnelle, en revanche, l'aire de répartition, nettement disjointe, de cette espèce, pose évidemment le problème des individus pionniers de même que celui de leur acclimatation.

Récemment, l'apparition puis le développement exubérant d'algues initialement connues des côtes japonaises, comme *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar ou *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, ont été signalés dans l'étang de Thau (Critchley *et al.*, 1983). Dans ce cas, l'introduction est vraisemblablement liée à une importation massive de naissain d'huitres en provenance du Japon (Perez *et al.*, 1981; Riouall, 1985; Riouall *et al.*, 1985, Ben Maiz *et al.*, 1987) posant d'ailleurs le problème du contrôle de telles pratiques. En attendant les résultats d'une enquête approfondie, aucun argument ne permet, actuellement, d'avancer une telle hypothèse pour la population de *Fucus spiralis* de Gruissan.

D'autres espèces d'origine boréale comme *Colpomenia peregrina* (Mendez-Domingo, 1957) ou *Codium fragile* (Feldmann, 1957), se sont parfaitement

---

Photo 1 : Thalle (en herbier) de *Fucus spiralis* récolté à Gruissan; noter le disque de fixation très développé (d), la nervure médiane et les cryptes pilifères sur les frondes, ainsi que la présence d'épiphytes. — Photo 2 : population de *F. spiralis in situ*. — Photo 3 : extrémités du thalle renflées en réceptacles; noter les ostioles des conceptacles. — Photo 4 : coupe dans un conceptacle avec présence simultanée d'oogones (o) et d'anthéridies (= spermatocystes (a)). — Photo 5 : détail de la photo 4 : oogone (o) entouré de nombreuses anthéridies (a).

acclimatées en Méditerranée sans que le mode d'introduction ait été clairement démontré.

Enfin, dans l'Étang de Thau tout au moins, classiquement considéré comme une «enclave boréale» (Verlaque, 1981), on observe l'extension de l'aire de répartition de certaine espèces comme *Desmarestia viridis* (O.F. Müller) Lamouroux, par exemple (Ben Maiz *et al.*, 1987). L'acclimatation définitive de *Fucus spiralis* en Méditerranée occidentale, si elle se produisait, ne constituerait donc pas, là encore, un fait exceptionnel. Ce phénomène, s'il se généralisait, pourrait même s'inscrire dans un processus de «septentrionalisation» signalé par Ardré (1971) pour les côtes atlantiques.

Quoi qu'il en soit, l'étude de cette population de *Fucus spiralis* mérite d'être poursuivie et approfondie. D'une part, le problème du mécanisme de l'introduction de cette algue en Méditerranée mérite d'être élucidé (introduction par des transports d'autres algues ou animaux ? ..). D'autre part, il reste à suivre l'évolution de cette population et à voir si elle peut s'implanter définitivement et étendre son aire géographique. A l'occasion de ces études, il serait intéressant d'établir une comparaison plus approfondie (morphologie, structure, écophysiologie, interfécondité. . .) avec le *Fucus virsoides* (Forti) J. Ag. de l'Adriatique.

REMERCIEMENTS

Que Francis Magne et René Delépine trouvent ici l'expression de ma gratitude pour leurs suggestions constructives concernant la rédaction. Je remercie également Jacques Fayret pour son aide sur le terrain ainsi que Cécile Lambert, Bruno Delessale pour leur amicale collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

ARDRÉ F., 1970 — Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I. - La Flore. *Portugaliae Acta Biol. Sér. B*, 10 : 1-423.

ARDRÉ F. , 1971 — Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. II - Écologie et Chorologie. *Bull. Centr. Études Rech. Sci.* 8 : 359-574.

BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.-F., RIOUALL R. & LAURET M., 1987 — Flore algale de l'Étang de Thau (France, Méditerranée) : sur la présence d'une Rhodyméniale d'origine japonaise, *Chrysymenia wrightii* (Rhodophyta). *Bot. Mar.* 30 : 357-364.

BOUDOURESQUE C.-F., PERRET-BOUDOURESQUE M. & KNOEPFFLER-PEGUY M., 1984 — Inventaire des Algues Marines Benthiques dans les Pyrénées-Orientales (Méditerranée-France). *Vie et Milieu, Sér. A., Biol. Mar.* 34 : 41-59.

CRITCHLEY A.T., FARNHAM W.F. & MORREL S.L., 1983 — A chronology of new European sites of attachment for the invasive brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *J. Mar. Biol. Assos. U.K.* 63 : 799-811.

DELÉPINE R., BOUDOURESQUE C.-F., FRADA ORESTANO C., NOAILLES M.-C. & ASENSI A., 1987 — *Algues et autres végétaux marins. In* FISCHER W., BAUCHOT M.-L. & SCHNEIDER M. (rédacteurs), Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Rome, FAO, Vol. 1, pp. 1-136.

FELDMANN J., 1937 — *Les algues marines de la côte des Albères.* I-III. Cyanophycées. Chlorophycées. Phéophycées. *Rev. Algol.* 9 : 1-197.

FELDMANN J., 1957 — La reproduction des algues marines dans ses rapports avec leur situation géographique. *Ann. Biol.* 33 : 49-56.

GAYRAL P., 1966 — *Les algues des Côtes Françaises (Manche et Atlantique).* Paris, Douin.

HAMEL G., 1931-1939 — *Phéophycées de France.* Paris.

MENDEZ-DOMINGO C., 1957 — Sur l'existence de *Colpomenia peregrina* (Sauv.) Hamel dans la Méditerranée. *Vie et Milieu, Sér. A, Biol. Mar.*, 8 : 92-98.

NAYLOR G.L., 1936 — The Fucoids of St. John's lake. Plymouth, including a hitherto undescribed form of *Fucus spiralis. Rev. Algol.* 7 : 425-439.

PEREZ R., LEE J.Y. & JUGE C., 1981 — Observations sur la biologie de l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar introduite accidentellement dans l'Étang de Thau. *Sci. Pêche. Bull. Inst. Sci. Techn. Pêches Marit.* 315 : 1-12.

RIOUALL R., 1985 — Sur la présence dans l'Étang de Thau (Hérault-France) de *Sphaerotrichia divaricata* (C. Ag.) Kylin et *Chorda filum* (L.) Stackhouse. *Bot. Mar.* 27 : 83-86.

RIOUALL R., GUIRY M.D. & CODOMIER L., 1985 — Introduction d'une espèce foliacée de *Grateloupia* dans la flore marine de l'Étang de Thau (Hérault-France). *Cryptogamie, Algol.* 6 : 91-98.

VERLAQUE M., 1981 — Contribution à la flore des algues marines de Méditerranée : espèces nouvelles pour la Méditerranée occidentale. *Bot. Mar.* 14 : 559-568.

OUVRAGES REÇUS POUR ANALYSE

WHITFORD L.A. & SCHUMACHER G.J., 1984 – **A manual of freshwater Algae.** 1 vol. 324 p. Spark Press, Raleigh.

En 1969, les auteurs avaient publié : «A manual of the freshwater Algae in North Carolina», manuel de 313 p. dont 71 planches.

Le volume de 1984 est une nouvelle édition complétée indiquant 400 genres et 2000 espèces de l'est des U.S.A. Tous les groupes d'algues, y compris les Cyanophycées et les Diatomées, sont étudiés et de nombreuses clés de détermination des genres et des espèces sont fournies. L'illustration est à la fois très abondante et très soignée.

Ce volume est une excellente initiation à la connaissance des algues d'eau douce qui sera utile aussi bien aux étudiants qu'aux spécialistes.

Pierre Bourrelly

HINDAK F., 1987 – **Taxonomic survey of the genera *Fusola* (Chlorococcales), *Elakatothrix*, *Closteriospira* and *Chadefaudiothrix* (Ulothricales).** *Preslia* 59 (3) : 193-228.

L'auteur donne une excellente mise au point sur le genre *Fusola* (1 espèce) et sur les 15 espèces d'*Elakatothrix*, avec figures et clefs de détermination. Nous ne sommes pas de son avis en ce qui concerne le genre *Chadefaudiothrix* qu'il range parmi les Ulothricales. Nous avons bien précisé, dans nos travaux (1957, *Rev. Algol.* 3 : 97-102) qu'il n'y avait pas d'amidon chez les deux espèces que nous avons décrites et qu'il s'agit bien d'une Xanthophycée. Ces deux espèces n'ont pas été retrouvées par Hindak. Par contre, Whitford L.A. & Schumacher G.L. (1969, A manual of the freshwater Algae in North Carolina, p. 90) et Dillard G.E. (1978, *Trans. Ky. Acad. Sc.* 39 (1/2) : 76-77) observent ce genre aux États-Unis et le rangent parmi les Xanthophycées.

P. Bourrelly

KORSHIKOV O.A., 1987 – **The freshwater algae of the ukrainian S.S.R. V. sub-class Protococcineae, Vacuolales and Protococcales.** 1 vol. rel. 412 p., 421 fig. Koeltz Scient. Book.

Cet ouvrage classique, avait été publié en 1953, en langue ukrainienne. J.W.G. Lund & W. Tylka en donnent une traduction en anglais avec quelques notes qui précisent certains noms. Sous le nom de l'ordre des Vacuolales, l'auteur étudie un grand ensemble qui correspond approximativement aux Tetrasporales. Il est particulièrement intéressant de trouver dans ce volume des diagnoses et des figures originales de Korshikov ainsi que des indications écologiques.

P. Bourrelly

6e Colloque de l'Association des Diatomistes de langue française, sept. 1986. *Cahiers Biologie Marine, Roscoff,* 1987, t. 28 (2) : 271-322.

Ce volume préparé par C. RIAUX-GOBIN est constitué par huit communications présentées à Roscoff en septembre 1986.

1) CHRETIENNOT-DINET H.J. & GUILLOCHEAU N. : étude des diatomées d'écosystèmes marins côtiers. Observations nouvelles en microscopie électronique. p. 271-279. Espèces du Bassin d'Arcachon et de la Charente-Maritime. 2 planches avec 20 figures (surtout petites centriques).

2) EHRLICH A. : Peuplements de diatomées dans des milieux sursalés en Israël et Sinaï (Égypte), implications paléolimnologiques. p. 281-284. Ce peuplement actuel est très proche de celui, fossile, du Lisan (lac fossile précédent la Mer Morte).

3) FABRI R.: Bio-indicateurs et significations des indices diatomiques de qualité des eaux. p. 285-289. Critique pertinente des indices sur des exemples précis et indice de référence I. R.

4) GERMAIN H. : Les *Tabellaria* (Bacillariophyceae) dans l'ouest de la France. p. 291-295 + 2 planches microscopie électronique, 20 figures. Étude ultrastructurale en M.E.T. de *T. flocculosa* et *T. fenestrata.*

5) ISERENTANT : Quelques réflexions sur la notion de périphyton. p. 297-302. L'auteur précise la notion de périphyton et préconise l'adjectif : périphytonique.

6) LECLERCQ L. & MAQUET B. : Deux nouveaux indices diatomique et de qualité chimique des eaux courantes. Comparaison avec différents indices existants. p. 303-310. Nouvel indice fondé sur une reconnaissance spécifique des Diatomées et voisin de celui de Sladecek.

7) LECLERCQ L. & VANDEVENNE L. : Impact d'un rejet d'eau chargé de sel et d'une pollution organique sur les peuplements de Diatomées de la Gander (Grand-Duché du Luxembourg). p. 311-317. Étude d'un rejet d'eau salée par la station thermale de Mondorf et influence sur les Diatomées.

8) STRAUB F. : A propos de *Cyclotella comensis* Grünow (Bacillariophyceae). p. 319-322. Deux taxons sont réunis sous le nom de *C. comensis.* 12 photos précisent les différences.

P. Bourrelly

